БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

№1 2022

SAFETY OF TECHNOGENIC AND NATURAL SYSTEMS

n.1 2022

ISSN 2541-9129

DOI 10.23947/2541-9129

Сетевой электронный теоретический и научно - практический журнал

Network Electronic Journal

http://bps-journal.ru/

Безопасность техногенных и природных систем

№ 1, 2022

Сетевой электронный журнал

Издаётся с 2017 г.

Выходит 4 раза в год
(февраль, май, август, ноябрь)
декабрь 2021 г. – февраль 2022 г.

ISSN 2541-9129
DOI: 10.23947/2541-9129

Учредитель и издатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ)

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в котором должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК) по следующим научным специальностям:

05.26.01 Охрана труда (по отраслям) (технические науки)

В журнале публикуются научные статьи по следующим направлениям:

1. Охрана труда.
2. Пожарная и промышленная безопасность.
3. Экологическая безопасность и защита окружающей среды.

Индексируется и архивируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), CyberLeninka, ROAD, GoogleScholar.

Является членом Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) и CrossRef.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77 – 66531 от 21 июля 2016 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Над номером работали:
И. В. Бойко, Г. И. Рассохин, Д. С. Богатырева (англ. версия)

Адрес учредителя, издателя и редакции:
344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, тел. +7 (863) 2-738-372
E-mail: spu-10.2.3@donstu.ru https://bps-journal.ru/



СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОХРАНА ТРУДА



Научная статья
УДК 331.461
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-4-8



Возможность применения результатов неразрушающего контроля для оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда

А. В. Федосов, Н. Х. Абдрахманов, А. С. Гусева, Р. Р. Ахметьянов
Уфимский государственный нефтяной технический университет (Уфа, Российская Федерация)

Введение. Рассматриваются методики оценки профессиональных рисков (ОПР) в системе управления охраной труда. На сегодняшний день нет законодательно утвержденного порядка такой оценки. Многочисленные известные методики ОПР носят рекомендательный характер. Их главное слабое место — влияние человеческого фактора и, следовательно, относительная субъективность итоговых выводов.
Постановка задачи. Главная задача данной работы — изучение возможности оценки профессиональных рисков методом «галстук-бабочка» в системе управления охраной труда.
Теоретическая часть. За основу принят метод оценки риска «галстук-бабочка». Рассмотрены его составляющие. Подход проверен и апробирован. Данный метод оценки рисков рекомендовано дополнить неразрушающим контролем.
Выводы. Выполнен анализ метода «галстук-бабочка» с точки зрения его применения на рабочих местах. Предложена методика оценки профессионального риска с учетом результатов неразрушающего контроля.

Ключевые слова: профессиональный риск, система управления охраной труда, метод «галстук-бабочка», риск-фактор, инициирующее событие, неразрушающий контроль, барьер.

Для цитирования: Возможность применения результатов неразрушающего контроля для оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда / А. В. Федосов, Н. Х. Абдрахманов, А. С. Гусева, Р. Р. Ахметьянов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 4−8. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-4-8



Original article

Possibility of using the results of non-destructive testing for assessing occupational risks in the labor protection management system

A. V. Fedosov, N. Kh. Abdrakhmanov, A. S. Guseva, R. R. Akhmetyanov
Ufa State Petroleum Technological University (Ufa, Russian Federation)

Introduction. The paper discusses the methods for occupational risks assessment of workers within the framework of the labor protection management system. To date, there is no legally approved methodology for occupational risks assessment. Numerous well-known methods of ORS are advisory in nature. Their main weak point is the influence of the human factor and, consequently, the relative subjectivity of the final conclusions.
Problem Statement. The main objective of this work is to study the possibility of occupational risks assessment of workers by the "Bow tie" method in the occupational safety management system.
Theoretical Part. The method of risk assessment "Bow tie" was adopted as a basis. The main components of this method are considered. Approbation has been carried out. It is proposed to introduce an additional barrier into the "Bow tie" risk assessment method, which is called "Non-destructive control".
Conclusions. As a result, a technique for occupational risks assessment was proposed, taking into account the results of non-destructive testing. The positive aspects of the proposed approach are also identified.

Keywords: occupational risk, labor protection management system, bow tie method, risk factor, initiating event, non-destructive testing, barrier.

For citation: Fedosov A. V., Abdrakhmanov N. Kh., Guseva A. S., Akhmetyanov R. R. Possibility of using the results of non-destructive testing for assessing occupational risks in the labor protection management system. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1:4−8. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-4-8

Введение. В системе управления охраной труда важную роль играет оценка профессионального риска. На сегодняшний день в Российской Федерации нет общепринятого и утвержденного федеральной исполнительной властью подхода к оценке профессионального риска. Ключевой целью оценки риска считается сбор объективной информации, необходимой для анализа риска и улучшения условий труда.

В формулировке Трудового кодекса РФ профессиональный риск — это вероятность причинения вреда здоровью работающего при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов [1]. Из множества подходов к оценке профессиональных рисков (ОПР) отметим использование специальной матрицы, методы Файна — Кинни, экспертных оценок и СВОТ[1].

Матричный метод базируется на прямой зависимости вероятности события, тяжести и риска. Метод Файна — Кинни учитывает также частоту события. Метод экспертного анализа задействует мнение специалистов — сотрудников предприятия. СВОТ-анализ — это более детальная оценка внешней и внутренней ситуации в компании (учитываются четыре фактора: сильные, слабые стороны, возможности и угрозы). Все эти методы довольно просты с точки зрения применения и понимания результатов. Однако такая оценка риска субъективна, так как зависит от мнения человека.

На выбор метода ОПР влияют:

— временны́е ресурсы,

— сложность метода,

— количественные и качественные данные,

— условия сбора информации,

— цели по снижению риска,

— требуемая доступность результатов.

Постановка задачи. Главная задача данной работы — изучение возможности применения результатов неразрушающего контроля для оценки профессионального риска сотрудников предприятий нефтегазовой отрасли в рамках системы управления охраной труда. Методика должна быть простой и удобной для проведения и оценки результатов.

Рассмотрен метод оценки риска «галстук-бабочка». Данный подход применяется во многих сферах.

Теоретическая часть. «Галстук-бабочка» — это схематический способ описания и анализа опасного события от причин до последствий [2, 3]. Причины (риск-факторы) исследуются с помощью дерева отказов (неисправностей), последствия (опасные события) — с помощью дерева событий. Использование метода «галстук-бабочка» предполагает фокусировку внимания на условных барьерах между опасными событиями, их причинами и последствиями.

В охране труда риск-фактор — это причина реализации опасности и наступления инициирующего события [4]. Выявление риск-факторов позволяет определять барьеры и предупреждать инициирующие события. Воздействуя на риск-фактор через разработку и реализацию мер управления, можно снизить вероятность инициирующего события [5].

События, которые чреваты нежелательными последствиями для человека, активов, окружающей среды или репутации, называют инициирующими. Опасные события возникают вследствие инициирующих.

В диаграмме «галстук-бабочка» инициирующее событие находится в центре, разделяя собой дерево отказов (левая часть) и дерево событий (правая). Каждое инициирующее событие имеет ограниченный перечень соответствующих ему опасных [6]. В диаграмме «галстук-бабочка» опасное событие находится в конце каждой ветви дерева событий.

Итог анализа ОПР — это понятная схема, в которой представлены основные способы осуществления риска и барьеры. Последние служат преградой для неблагоприятных последствий, или снижают их вероятность, или помогают реализовать желаемые последствия.

Рассмотрим ситуацию, в которой инициирующим событием выступает инцидент. В этом случае риск-факторами могут быть:

— человеческий фактор,

— условия труда,

— производственная среда.

Опасными событиями будут травма или смерть работника.

[1] От англ. SWOT: S (strengths) — сильные стороны, W (weaknesses) — слабые стороны, O (opportunities) — возможности, T (treats) – угрозы.

Следует принять во внимание еще один фактор — барьер. Это техническая и (или) организационная мера, направленная на обеспечение безопасности труда [7]. Она снижает вероятность наступления инициирующего события (предупреждающий барьер) или уменьшает вред опасного события (реагирующий барьер).

При планировании и внедрении мер управления важно учитывать, что барьерная система выстраивается для операций в сложившихся условиях [8]. Необходимо выявить и оценить технические, организационные и финансовые возможности устранения или снижения опасности.

Итак, для каждого риск-фактора есть барьер, позволяющий снизить вероятность наступления инициирующего события. Чтобы оно не привело к опасным событиям, предусматривают дополнительные барьеры[2].

Но данный подход не дает целостной картины, необходимой для полной оценки профессионального риска. В связи с этим предлагается дополнить метод «галстук-бабочка» еще одним компонентом (барьером). Речь идет о результатах неразрушающего контроля, который показывает состояние оборудования, приспособлений, инструментов, выявляет дефекты и несплошности в конструкции аппаратов и сооружений. Такой подход дает возможность контролировать надежность основных составных частей или параметров объекта без его демонтажа или вывода из эксплуатации [9]. Результат неразрушающего контроля — оценка соответствия объекта установленным и предъявляемым к нему техническим нормам (т. е. сопоставление реальных эксплуатационных данных об объекте контроля с требованиями нормативно-технической документации).

Один из примеров неразрушающего контроля — определение вредных и опасных производственных факторов предприятия, способствующих появлению рисков для работников. С этого начинается процедура оценки профессиональных рисков. Затем необходимо задействовать информацию, полученную при неразрушающем контроле, оценить вероятность возникновения опасной ситуации и ущерб от последствий, рассчитать надежность контролируемого объекта [10]. Очевидно, что данный процесс позволит выявить и недостоверную информацию о состоянии оборудования. Используя полученный комплекс данных о вероятности наступления внештатной ситуации, можно:

— оценить последствия аварии,
— обозначить ее масштабы,
— выяснить опасные факторы, действующие на работников,
— определить уровень данного воздействия.

Опираясь на эту информацию, можно сопоставить риски с техническим состоянием оборудования. Таким образом выявляются опасные для сотрудников технологические процессы.

Иными словами, лица, принимающие решения, будут обеспечены систематизированной информацией, полученной по итогам специальной оценки условий труда и неразрушающего контроля. Так формируется целостное представление об имеющихся и вероятных угрозах [11, 12], причем без учета данных многолетней статистики (рис. 1).

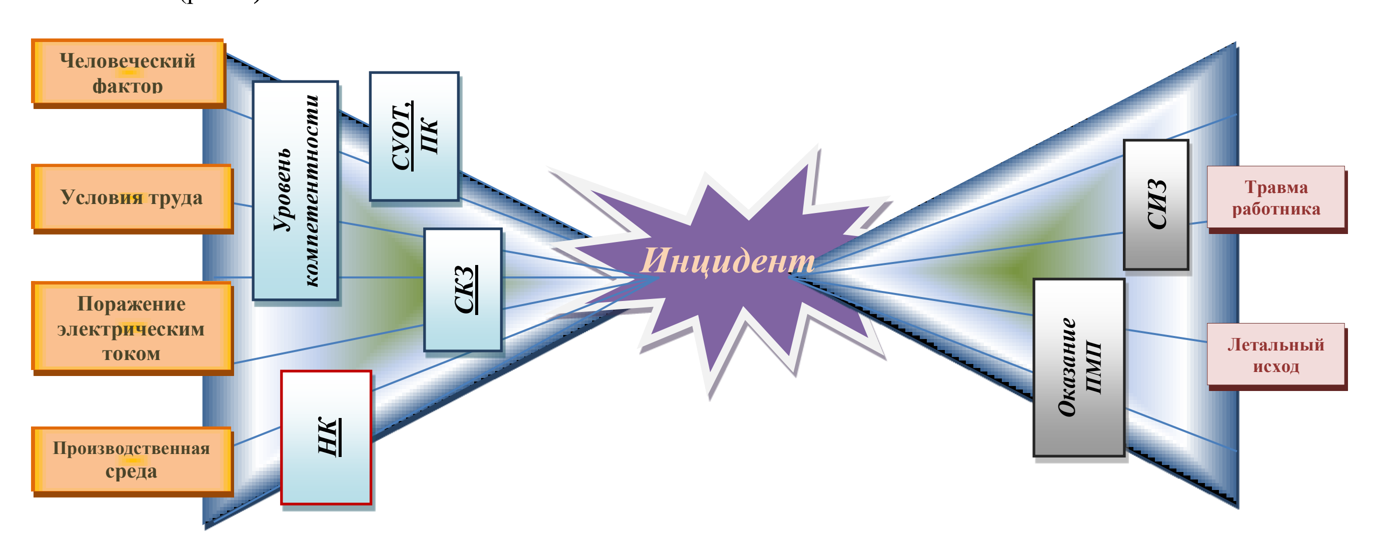


Рис. 1. Схема метода «галстук-бабочка» для инициирующего события «инцидент» с барьером «неразрушающий контроль»: СУОТ — система управления охраной труда; ПК — производственный контроль; НК — неразрушающий контроль; СКЗ, СИЗ — средства коллективной и индивидуальной защиты; ПМП — первая медицинская помощь

[2] Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» / Государственная Дума // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 04.10.2021).

Неразрушающий контроль лишь косвенно подвержен влиянию человека, поэтому занимает ведущее место в системе оценки рисков. Дефектоскопия в рассматриваемом случае — это не отдельная дополнительная процедура. Она дополняет систему данными технической диагностики.

Выводы. В представленной статье предложен новый подход к оценке профессионального риска с учетом методов неразрушающего контроля.

Из положительных сторон этого метода стоит особо отметить:

— повышение безопасности для объекта и сотрудников,

— возможность своевременного предотвращения рисков,

— экономическую целесообразность.

Данный способ ОПР можно применять на любом предприятии вне зависимости от сферы деятельности. Однако при выборе метода неразрушающего контроля необходимо учитывать особенности производственного процесса.

Библиографический список

1. Akbashev, N. R. Analysis of a Management System for Industrial Safety at Oil Refineries / N. R. Akbashev, A. V. Solodovnikov // Chemical and Petroleum Engineering. — 2014. — Vol. 50 (7/8). — P. 542–546. 10.1007/s10556-014-9938-2

2. Москвичев, А. В. Внедрение процедур оценки и управления профессиональными рисками в системе управления охраной труда / А. В. Москвичев, С. В. Вихров // Справочник специалиста по охране труда. — 2015. — № 11. — С. 25–32.

3. Абдрахимов, Ю. Р. Управление рисками и техническое регулирование: монография / Ю. Р. Абдрахимов, А. В. Федосов, Н. В. Вадулина. — Уфа : РИЦ УГНТУ, 2013. — 176 с.

4. Принципы разработки информационной модели управления минимизацией рисков опасных производственных объектов нефтегазового комплекса / Н. Х. Абдрахманов, Н. В. Шутов, К. Н. Абдрахманова [и др.] // Нефтегазовое дело : [сайт]. — 2014. — № 4. — С. 353–367. URL: http://ogbus.ru/issues/4_2014/ogbus_4_2014_p353-367_abdrakhmanovnkh_ru.pdf 10.17122/ogbus-2014-4-353-367 (дата обращения: 15.11.2021).

5. Беднаржевский, С. С. Оценка профессионального риска с помощью метода Файна — Кинни / С. С. Беднаржевский, Ж. В. Король // Перспективы науки. — 2013. — № 4 (43). — С. 74–77.

6. Картвелишвили, В. М. Риск-менеджмент. Методы оценки риска / В. М. Картвелишвили, О. А. Свиридова. — Москва : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. — 120 с.

7. Тимофеева, С. С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда / С. С. Тимофеева // XXI век. Техносферная безопасность. — 2016. — Т. 1, № 1. — С. 14–24.

8. Файнбург, Г. З. О рисках запутаться в рисках при выявлении, оценке и управлении ими / Г. З. Файнбург // Безопасность и охрана труда. — 2019. — № 1 (78). — С. 9–24.

9. Новиков, Н. Н. Зарубежный опыт в оценке риска на рабочем месте / Н. Н. Новиков // Охрана и экономика труда. — 2013. — № 2 (11). — С. 79–82.

10. Гусева, А. С. Применение инструментов технического регулирования в области промышленной безопасности / А. В. Федосов, А. С. Гусева, А. П. Юдин // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. — 2019. — № 3 (119). — С. 139–149. 10.17122/ntj-oil-2019-3-139-149

11. Федосов, А. В. Профессиональные риски работников нефтяной промышленности / А. В. Федосов, З. А. Закирова, И. Е. Гусева // Безопасность труда в промышленности. — 2016. — № 6. — С. 70–73.

12. Гарипов, Р. Ф. Анализ рисков на основе результатов оценки культуры безопасности / Р. Ф. Гарипов, Г. М. Шарафутдинова, В. Б. Барахнина // Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 9. — С. 82–88. 10.24000/0409-2961-2019-9-82-88

Поступила в редакцию 15.12.2021
Поступила после рецензирования 10.01.2022
Принята к публикации 11.01.2022

Об авторах:

Абдрахманов Наиль Хадитович, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность и охрана труда» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), доктор технических наук, профессор, ORCID, anailx@mail.ru

Федосов Артем Васильевич, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), кандидат технических наук, ORCID, fedsv-artem@rambler.ru

Гусева Александра Сергеевна, магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), ORCID, sasha_ish@mail.ru

Ахметьянов Рубэн Робертович, магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование» Уфимского государственного нефтяного технического университета (450044, РФ, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1), ORCID, rubenahmetyanov2@gmail.com

Заявленный вклад соавторов:

Н. Х. Абдрахманов — определение структуры статьи, критический анализ, редактирование; А. В. Федосов — научное руководство, формулирование основной цели исследования, создание методики его проведения, обработка данных наблюдений, редактирование текста; А. С. Гусева — разработка основной концепции исследования, постановка задачи; Р. Р. Ахметьянов — сбор и анализ литературных данных.

ОХРАНА ТРУДА



Научная статья
УДК 331.453: 69.05
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-9-17



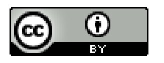
Разработка методики оценки профессиональных рисков в строительстве

А. М. Пузырев , **Л. В. Козырева** 
Тверской государственный технический университет (Тверь, Российская Федерация)

Введение. Строительное производство является одной из наиболее травмоопасных отраслей экономики. Это связано с большим количеством действующих производственных факторов, которые носят постоянный характер или присутствуют потенциально, чем усугубляют высокий уровень профессиональных рисков. В статье обосновывается необходимость разработки методического руководства по организации и выполнению работ в области охраны труда на строительных площадках и при практической организационной деятельности строительных предприятий.
Постановка задачи. Задачей данного исследования является разработка методики оценки профессиональных рисков для строительных предприятий.
Теоретическая часть. В работе проанализированы опасные и вредные производственные факторы, которые оказывают воздействие на работников строительных организаций. Сделан акцент на практическом обеспечении охраны труда в строительстве. При этом особое внимание уделено выявлению профессиональных рисков, их оценке и управлению ими. Предложено при общей оценке профессионального риска на рабочих местах учитывать статистические данные по травматизму в строительстве, содержание проекта организации строительства, проектов производства работ и технологических карт на проводимые работы.
Выводы. Авторами предложена эффективная методика оценки профессиональных рисков, разработанная с учетом специфики строительного производства.

Ключевые слова: охрана труда, оценка профессионального риска, строительство, проект организации строительства, проект производства работ, технологическая карта.

Для цитирования: Пузырев, А. М. Разработка методики оценки профессиональных рисков в строительстве / А. М. Пузырев, Л. В. Козырева // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 9–17. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-9-17



Original article

Development of a methodology for assessing professional risks in construction

A. M. Puzyrev , **L. V. Kozyreva** 
Tver State Technical University (Tver, Russian Federation)

Introduction. Construction is one of the most injury-causing industries. It is connected with a large amount of operating production factors, that are constant or present potentially, which aggravate the high level of professional risks. The need to develop a methodology on the organization and performance of work in the field of labor protection in case of installation and construction works on building sites is proved in the article and by practical organizational activities of the construction entities.
Problem Statement. The objective of this study is to develop a methodology for assessing occupational risks for construction companies.

Theoretical Part. The paper analyzes dangerous and harmful production factors that affect workers of construction organizations. The emphasis is placed on practical provision of labor protection in construction. At the same time, special attention is paid to the identification of occupational risks, their assessment and management. It is proposed to take into account statistical data on injuries in construction, the content of the construction organization project, work production projects and technological maps for the work carried out in the general assessment of occupational risk in the workplace.

Conclusions. The authors propose an effective methodology for assessing occupational risks, taking into account the specifics of construction production.

Keywords: labor protection, professional risk assessment, construction, construction organization project, project of work production, flow chart.

For citation: Puzyrev A. M., Kozyreva L. V. Development of a methodology for assessing professional risks in construction. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1:9−17. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-9-17

Введение. С 2011 года в Трудовом кодексе Российской Федерации фигурируют понятия «профессиональный риск» и «управление профессиональными рисками». В Примерном положении о системе управления охраной труда, утвержденном приказом Минтруда России от 27 октября 2021 г. № 776н (Положение о СУОТ №776н), указано, что обязанности по организации процедуры управления профессиональными рисками возлагаются на работодателя, который, исходя из специфики своей деятельности, самостоятельно устанавливает порядок выявления опасностей, оценки и снижения уровня профессиональных рисков [1, 2].

При правильной оценке профессиональных рисков появляется возможность учитывать все опасные события, документировать результаты их оценки, анализировать состояние производственной среды и охраны труда (ОТ) на объектах экономики страны, в т.ч. проверять эффективность принятых мер безопасности и осуществлять систематический мониторинг мероприятий по охране труда, их контроль и планирование [3, 4].

В Российской Федерации многие предприятия и организации приступили к работе по расчету профессиональных рисков в рамках процедуры управления профессиональными рисками. Однако в строительстве оценка рисков не всегда осуществляется на требуемом высоком уровне, часто сводится к слепому копированию рекомендаций, изложенных в Положении о СУОТ №776н, и в практической деятельности результаты оценки риска не используются [2, 5].

Несмотря на вступление в силу с 01 марта 2022 года Приказа Минтруда России № 796 «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков», единой методики проведения оценки профессиональных рисков в Российской Федерации не существует, что вносит дополнительные сложности в реализацию процедуры [6]. Для строительного производства, относящегося к числу наиболее травмоопасных видов деятельности, такая ситуация неприемлема. Нужна простая и понятная, а главное, полезная и эффективная методика определения профессиональных рисков, применение которой даст возможность осуществлять анализ и расчеты для каждого конкретного строительного объекта и на каждом отдельном этапе строительства с привлечением к вопросам охраны труда непосредственных руководителей и участников строительства (линейных инженерно-технических работников, бригадиров и т.п.).

Постановка задачи. Показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в строительстве по-прежнему остаются на высоком уровне. По данным статистики, в мире каждый 6-й смертельный случай на производстве происходит при выполнении строительных работ. Более 40 % работников строительной отрасли заняты на работах с вредными и(или) опасными условиями труда (отнесены к 3 и 4 классу), что является одной из основных причин высокого уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости работников строительных предприятий [7, 8].

Эффективное управление охраной труда невозможно без оценки профессиональных рисков. Однако строительное производство и деятельность строительных организаций имеет определенную специфику, связанную с разнообразием объектов строительства, технологий возведения зданий и сооружений, наличием нескольких циклов (этапов) строительства, одновременным участием в работах нескольких строительных

организаций на одном строительном объекте и др. Это необходимо учитывать при разработке системы управления охраной труда [5].

Задачей данного исследования является разработка эффективной методики оценки профессиональных рисков, пригодной для практического применения в системе управления профессиональными рисками строительного производства.

Теоретическая часть. Уровень производственного травматизма в Российской Федерации, даже с учетом официальной тенденции к снижению, остается высоким. На долю строительства приходится в среднем 17,5 % травм от общего производственного травматизма в стране. Причины травматизма и несчастных случаев разнообразны и определяются спецификой производства (рис. 1) [9].

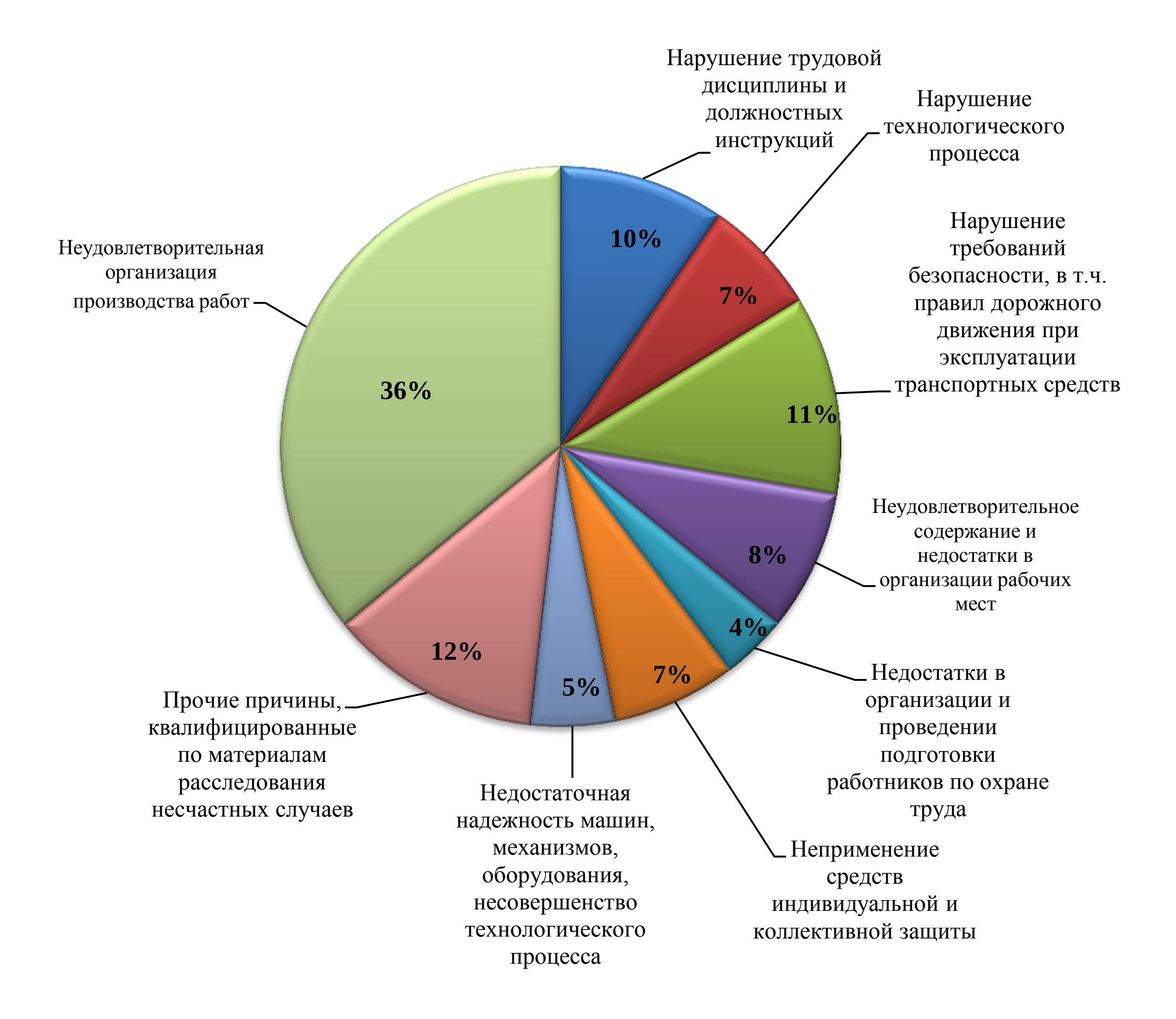


Рис. 1. Процентное соотношение причин травматизма и несчастных случаев в строительстве (составлено по статистическим данным за 2010–2020 годы)

В настоящее время для защиты жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности реализуется переход на новую модель управления охраной труда на основе оценки профессиональных рисков.

В Российской Федерации работодателям, в т. ч. строительной индустрии, предлагается проводить оценку профессиональных рисков с применением рекомендательных документов [6, 10–13].

Важно подчеркнуть, что предлагаемые в перечисленных документах методики достаточно сложны и предназначены к применению на постоянных, сложившихся производствах, технологических участках с устоявшейся организацией работы, контроля и профилактики нарушений. При этом в большинстве случаев для определения профессиональных рисков предприятия и организации пользуются услугами специализированных центров охраны труда, которые, применяя различные методики, предоставляют заказчику документацию, составленную таким образом, что она понятна только узкому кругу экспертов и специалистов по охране труда. Поэтому возможность ее практического использования непосредственно на производственных участках

невелика. Применительно к строительным объектам эти обобщенные расчеты, как правило, оседают в кабинетах специалистов по охране труда и предъявляются только должностным лицам государственной инспекции труда при проведении проверок и при расследовании тяжелых и смертельных несчастных случаев. При этом непосредственные руководители строительного производства вопросами управления профессиональными рисками практически не владеют. Таким образом, эффективность этой важнейшей процедуры остается весьма низкой.

В общем виде алгоритм оценки техногенного риска представлен на рис. 2.

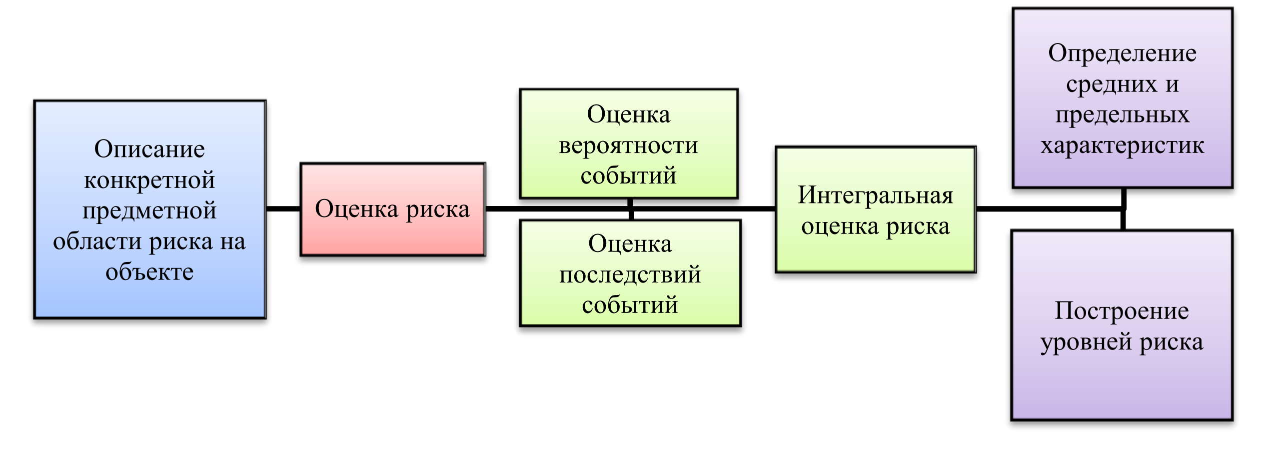


Рис. 2. Общая схема оценки риска

Методы оценки рисков, как правило, разделяются на две группы: косвенные и прямые методы.

Прямые методы используют статистическую информацию по выбранным показателям рисков или соответствующие показатели ущерба и вероятности их наступления, в т.ч. количество несчастных случаев при падении с высоты, поражении электрическим током и т.д. Однако в большинстве случаев предприятия и организации не располагают достаточно обширными статистическими данными, а статистика в рамках одного предприятия не всегда объективна и приемлема.

При оценке рисков с применением косвенных методов вводятся характеристики возможных флуктуаций индикационных параметров, которые имеют причинно-следственную связь с рисками (результаты практической работы, проверок и аудита).

К факторам риска несчастных случаев на производстве можно отнести: наличие опасных и вредных производственных факторов в рабочей зоне, физическое присутствие работника в опасной зоне, отсутствие или неудовлетворительное состояние средств индивидуальной и коллективной защиты и другие. Для строительных предприятий данный перечень факторов можно конкретизировать и значительно расширить и включить в него следующие позиции: качество организационно-технологической документации, выполнение земляных работ (глубина, техническое оснащение), возведение зданий и сооружений (этажность, технологии производства работ), средства подмащивания, грузоподъемную технику и т.п. [14–16].

Выбор прямого или косвенного метода зависит от имеющегося объема статистической информации и особенностей решаемых задач. Для относительно небольшой строительной организации предпочтительнее косвенные методы выявления опасностей и оценки рисков.

Предлагаемая авторами методика основана на расчете профессиональных рисков в строительной организации при анализе проектов организации строительства (ПОС), проектов производства работ (ППР) и технологических карт (ТК), которые разрабатываются на каждый конкретный объект строительства здания или сооружения. Этот выбор определен тем, что для целенаправленной и эффективной оценки профессиональных рисков на рабочих местах строителей необходимо знать, по какой технологии и какими методами будут осуществляться строительно-монтажные работы на данном объекте, какие грузоподъемные краны, приспособления и конструкции будут использоваться, последовательность монтажа и выполнения специальных работ и т.д., информация о которых в полном объеме представлена в технологической документации ПОС, ППР и ТК.

Практика показывает, что большинство строительных организаций не имеет в штате специализированных групп (отделов) по разработке ПОС, ППР и ТК. Эта работа выполняется по договорам специализированными проектными организациями, имеющими аттестованных специалистов, разрешения саморегулируемой организации на право осуществления определенного вида деятельности в сфере

строительства и лицензии Ростехнадзора. Поэтому при качественном анализе ПОС, ППР и ТК есть возможность идентифицировать основные опасности жизни и здоровью работников, составить их перечень на каждый цикл строительного производства, а также практически на все технологические операции, предусмотренные технологической документацией.

Расчет риска в общем виде может быть осуществлен по формуле:

$$R = V \times S,$$

где R — расчетный риск; V — вероятность наступления опасного события; S — значимость опасного события (тяжесть повреждения здоровья, сумма ущерба и т.п.) [4, 13].

При расчете риска можно ввести 10-бальную шкалу для вероятности наступления опасного события V (интервал изменений 0,01–1,00), значимость опасного события S выражать в баллах от 1 до 10 (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Характеристика опасных событий по вероятности

Смысловое выражение вероятности	**Характеристика опасных событий, происходящих с данной степенью вероятности**	**Вероятность наступления опасного события**
Невероятно	Опасное событие может произойти только теоретически	0,01–0,19
Маловероятно	Опасное событие может возникнуть в исключительных случаях при стечении обстоятельств	0,20–0,39
Возможно	В нормальных условиях опасное событие не возникает, но при отклонениях в работе может произойти	0,40–0,59
Достоверно	Опасное событие может произойти даже при незначительных отклонениях в работе	0,60–0,89
Неизбежно	Опасное событие может произойти даже при отсутствии отклонений в работе	0,90–1,00

Таблица 2

Характеристика опасных событий по значимости

Последствия (смысловая характеристика значимости)	**Примеры последствий (по видам опасных событий)**		**Значимость опасного события, балл**
	Травмы	**Заболевания**	
Нет последствий	Легкий ушиб, царапина	Неприятные ощущения	0,0–1,9
Незначительные последствия	Микротравма, синяк, ссадина. Нет потери трудоспособности	Раздражение слизистых оболочек глаз, носа, гортани. Общее недомогание	2,0–3,9
Ощутимые последствия	Травма с выдачей больничного листа (учетная)	Обострение хронических заболеваний	4,0–5,9
Значительные последствия	Смертельный несчастный случай, тяжелые и групповые несчастные случаи	Профессиональное заболевание	6,0–8,9
Катастрофические последствия	Групповой несчастный случай со смертельным исходом	Острое групповое заболевание	9,0–10,0

Для определения уровня профессионального риска может быть применен метод экспертной оценки на основе имеющегося опыта работы и анализа опасных событий, происходивших на данном предприятии или в других организациях с аналогичным профилем производственной деятельности.

В таблице 3 представлены значения уровня риска в зависимости от класса условий труда по степени вредности и опасности.

Таблица 3

Значение уровня риска в зависимости от класса условий труда

Класс условий труда	1	2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	4.0	4.0
Значение риска, балл	1	2	3	4	5	6	7	9	10
Уровень риска	*R1*	*R2*	*R2*	*R3*	*R3*	*R4*	*R4*	*R5*	*R5*

Риск признается допустимым, если его значение попадает в диапазон от 0 до 5,9 балла (*R1–R3*). При значениях от 6-ти баллов и выше (*R4, R5)* риск переходит в категорию недопустимого, требующего управленческих решений.

Таким образом, алгоритм оценки профессионального риска по предлагаемой методике сводится к следующей последовательности действий:

1. Разработка и анализ ПОС, ППР и ТК объекта, включающие в себя все этапы (циклы) строительства — от подготовки строительной площадки до отделочных (финишных) работ.

2. Составление реестра основных опасностей, наиболее вероятных при производстве конкретных работ и для каждого рабочего места, на каждый цикл строительно-монтажных работ на объекте, представленный в ПОС, ППР и ТК.

3. Оценка риска выявленных опасных событий.

4. Оформление карты оценки рисков на каждый этап (цикл) строительства.

В качестве примера применения предлагаемой методики рассмотрим оценку профессиональных рисков при осуществлении монтажных и бетонных работ на объекте строительства жилого дома по технологии монолитного домостроения с использованием выдвижной металлической опалубки.

В данном случае технологический процесс осуществляет, как правило, комплексная бригада, состоящая из арматурщиков, бетонщиков, монтажников, электросварщиков, стропальщиков. Все члены бригады взаимозаменяемы и могут выполнять различные виды работ, предусмотренные данной технологией, прошли обучение и инструктажи по ОТ по всем видам производимых работ.

На первом этапе, используя ПОС, ППР и ТК объекта, составляется реестр опасностей для работников комплексной бригады в зависимости от видов работ на данном цикле строительства.

Перечень основных видов работ:

1. Монтаж, установка выкатных инвентарных подмостей и сборной металлической опалубки при помощи башенного крана.

2. Установка и сварка арматуры и арматурных сеток.

3. Бетонные работы (приемка бетона в емкости, заливка бетона, виброуплотнение).

4. Распалубка монтажной опалубки и оснастки, снятие выкатных подмостей.

5. Уборка рабочих мест, перемещение по этажам строящегося здания.

Реестр опасностей, наиболее вероятных при выполнении основных видов работ:

1. Работы на высоте при отсутствии ограждений (падение с высоты).

2. Воздействие движущихся конструкций, металлической опалубки, съемных грузозахватных приспособлений, тары и др.

3. Опасность падения грузов, предметов.

4. Воздействие электрического тока при эксплуатации электросварочного и ручного электроинструмента.

5. Опасность пользования инструментом и монтажными приспособлениями.

6. Отсутствие ограждений проемов и лестничных маршей, площадок.

7. Неудовлетворительные погодные условия (снег, дождь, порывы ветра, пониженная и повышенная температура и др.).

8. Наличие неубранных и посторонних предметов на рабочих местах, площадках и в проходах.

9. Опасность, связанная с неприменением средств коллективной защиты и средств индивидуальной защиты.

Другие виды опасностей, перечисленные в Приложении 1 к Положению о СУОТ №776н, не принимаются во внимание, так как они близки к невероятности. Например, при выполнении перечисленных монтажных работ стоит ли рассматривать опасности воздействия жидкости под давлением при выбросе или ослабления геомагнитного поля и др. [2].

Далее, используя составленный реестр опасностей и данные таблиц 1–3, производится определение уровней риска и оформляется карта оценки рисков (таблица 4).

Таблица 4

Оценочный лист (карта оценки рисков)

Рабочее место: арматурщик, бетонщик, монтажник, стропальщик, электросварщик *

№ п/п	Реестр опасностей	Характеристика событий, происходящих с данной степенью вероятности		Характеристика опасных событий по значимости (серьезности) последствий		Значение уровня риска		
		Характерис-тика	**Вероят-ность**	**Травмы и последствия**	**Значимость опасного события, балл**	**Класс условий труда**	**Значение риска, балл**	**Уровень риска**
1	Работы на высоте при отсутствии ограждений	Достоверно, опасность может произойти	0,8	Значительные последствия: смертельный несчастный случай или длительное лечение	8,0	3.4	6,4	*R4*
2	Воздействие движущихся конструкций, опалубки, приспособ-лений	Достоверно, опасность может произойти	0,7	Значительные последствия: смертельный несчастный случай или длительное лечение	8,0	3.3	5,6	*R4*
3	Опасность падения груза, предметов	Возможно, при отклонениях в работе может произойти	0,5	Ощутимые последствия, травма	5,0	3.1	2,5	*R3*
4	Воздействие электрического тока	Маловероятно, событие может возникнуть в присутствии нескольких факторов	0,3	Ощутимые последствия, травма	5,0	2.0	1,5	*R2*
5	Пользование инструментом и приспособле-ниями	Маловероятно, событие может возникнуть при стечении обстоятельств	0,3	Ощутимые последствия, травма	4,0	2	1,2	*R2*
6	Отсутствие ограждений проемов и лестничных маршей	Маловероятно, событие может возникнуть при стечении обстоятельств	0,3	Ощутимые последствия, травма	4,0	2	1,2	*R2*
7	Опасность, связанная с неприменение-нием средств индивидуаль-ной защиты (страховочной привязи)	Достоверно, опасность может произойти	0,8	Значительные последствия: смертельный несчастный случай, длительное лечение	8,0	3.3	6,4	*R4*
8	Неудо-влетвори-тельные погодные условия	Маловероятно, событие возможно при стечении обстоятельств	0,25	Незначительные последствия	2,0	1.0	0,5	*R1*
9	Наличие неубранных предметов на рабочих местах	Маловероятно, событие возможно при стечении обстоятельств	0,25	Незначительные последствия (синяк, ушибы, ссадины)	2,0	1.0	0,5	*R1*

*) Комплексная бригада: все члены бригады выполняют работы, предусмотренные ПОС, ППР и ТК. Инструктаж и обучение по ОТ проводятся по всем видам работ и профессий.

Аналогично приведенному примеру осуществляется оценка профессиональных рисков на другие циклы строительного производства: подготовительные работы, работы нулевого цикла, земляные, сваебойные и др.

Предлагаемая методика может быть применена для оценки профессиональных рисков специалистами по ОТ совместно с начальниками производственных участков и прорабами без привлечения к этой работе иных экспертов и специализированных организаций.

Выводы. Разработана методика оценки профессиональных рисков, применение которой дает возможность учитывать специфику выполнения строительных работ и точно определять вероятность и последствия опасных событий, которые нельзя устранить полностью или в ближайшее время.

В процедуре управления профессиональными рисками на этапах составления реестра основных опасностей, наиболее вероятных при производстве строительно-монтажных работ и оценке риска выявленных опасных событий, выполняемых по разработанной методике, к активному участию могут быть привлечены непосредственные руководители производства работ (мастера, прорабы, начальники участков). Это повысит эффективность контроля за соблюдением требований охраны труда на всех этапах производственного цикла и обеспечит возможность оптимизации профилактических мероприятий по снижению травматизма в строительной индустрии.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/901807664 (дата обращения : 07.09.2021).

2. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318) / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/727092790 (дата обращения : 22.11.2021).

3. Буланова, А. В. Значение оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда / А. В. Буланова, С. Л. Пушенко, Е. В. Стасева // Безопасность техногенных и природных систем. — 2019. — № 1. — С. 2–7. 10.23947/2541-9129-2019-1-2-7

4. Widiastuti, I. E. Identification of safety risk in construction project: A systematic literature review / I. E. Widiastuti, H. H. Purba, A. Purba // Advance researches in civil engineering. — 2020. — Vol. 2, No. 3. — P. 24–40. 10.30469/ARCE.2020.117871

5. Winge, S. Causal factors and connections in construction accidents / S. Winge, E. Albrechtsen, B. A. Mostue // Safety science. — 2019. — Vol. 112 (1). — P. 130–141. 10.1016/j.ssci.2018.10.015

6. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 796 «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/727784255 (дата обращения : 22.11.2021).

7. Hadyan Fahad Al-Ajmi Risk Management in Construction Projects / Hadyan Fahad Al-Ajmi, E. Makinde // Journal of Advanced Management Science. — 2018. — Vol. 6, No. 2. — P. 113–116. 10.18178/joams.6.2.113-116

8. Глебова, Е. В. Порядок допуска подрядных организаций к выполнению работ на строительной площадке / Е. В. Глебова, Э. А. Фомина, М. В. Иванова // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 2. — С. 24–28. 10.24000/0409-2961-2021-2-24-28

9. Производственный травматизм / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации // rosstat.gov.ru : [сайт]. — URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения : 07.09.2021).

10. ГОСТ Р 12.0.010–2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 20 с.

11. ГОСТ 12.0.230.4–2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 16 с.

12. ГОСТ Р 58771–2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Москва : Стандартинформ, 2020. — 90 с.

13. Приказ Минтруда России от 21.03 2019 № 77 «Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда (Зарегистрировано в

Минюсте России 13.10.2016 № 44037) / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/554207464 (дата обращения : 07.09.2021).

14. Козырева, Л. В. Оценка безопасности металлизации деталей машин CVD-методом с применением теории риска / Л. В. Козырева // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 5. — С. 70–75. 10.24000/0409-2961-2021-5-70-75

15. Сенченко, А. В. Проблемы использования статистики для целей оценки профессиональных рисков / А. В. Сенченко, О. В. Усикова, Г. В. Федерович // Безопасность и охрана труда. — 2020. — № 3 (84). — С. 26–28.

16. Квиткина, М. В. Анализ подходов к оценке профессиональных рисков / М. В. Квиткина, Е. В. Стасева, А. М. Сазонова // Безопасность жизнедеятельности. — 2020. — № 10 (238). — С. 8–12.

Поступила в редакцию 23.12.2021
Поступила после рецензирования 07.02.2022
Принята к публикации 08.02.2022

Об авторах:

Пузырев Алексей Михайлович, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Тверского государственного технического университета (170026, РФ, г. Тверь, Наб. Аф. Никитина, д. 22), ORCID, Puzyrev-am@mail.ru

Козырева Лариса Викторовна, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Тверского государственного технического университета (170026, РФ, г. Тверь, Наб. Аф. Никитина, д. 22), доктор технических наук, доцент, ORCID, Larisa.v.k.176@mail.ru

Заявленный вклад соавторов:

А. М. Пузырев — формирование основной концепции, целей и задач исследования, проведение расчетов, подготовка текста, формирование выводов; Л. В. Козырева — анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов.

ОХРАНА ТРУДА



Научная статья
УДК 614.8.084
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-18-25



Оценка производственного травматизма на примере действующих АЭС России

Д. Л. Игнатовская , Е. В. Щекина
Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Проводится исследование производственного травматизма персонала, работающего в АО «Концерн Росэнергоатом» энергетического дивизиона Госкорпорации «Росатом», и сотрудников подрядных организаций, привлекаемых к работам на территории атомных электростанций, посредством статистического метода за период с 2013 по 2020 год. На основании полученных данных предложены рекомендации по снижению уровня производственного травматизма для персонала подрядных организаций.
Постановка задачи. Задачей данного исследования является исследование случаев производственного травматизма и разработка рекомендаций по снижению травматизма у персонала, работающего на территории атомных станций.
Теоретическая часть. В качестве базовой информации использованы годовые отчеты АО «Концерн Росэнергоатом».
Выводы. Результаты анализа свидетельствуют о наличии значительного количества случаев производственного травматизма среди работников подрядных организаций. Этот факт требует внедрения комплекса мероприятий, направленных на повышение уровня безопасности на территории атомных станций для предупреждения производственного травматизма.

Ключевые слова: атомная энергетика, подрядные организации, производственный травматизм, анализ несчастных случаев.

Для цитирования: Игнатовская, Д. Л. Оценка производственного травматизма на примере действующих АЭС России / Д. Л. Игнатовская, Е. В. Щекина // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 18−25. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-18-25



Original article

Assessment of industrial injuries on the example of operating Russian Nuclear Power Plants

D. L. Ignatovskaya , E. V. Shchekina
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The article considers the industrial injuries of personnel working in the Rosenergoatom (energy division of the Rosatom State Corporation) and employees of contracting organizations working on the NPP's territory using the statistical method in the period from 2013 to 2020. Based on the data obtained, the recommendations are proposed to reduce the level of industrial injuries for the personnel of contracting organizations.
Problem Statement. The purpose of this study is to research the industrial injuries and to develop recommendations for reducing injuries with personnel who work on the NPP's territory.
Theoretical Part. Annual reports of Rosenergoatom are used as basic information.
Conclusions. The results of the analysis indicate a significant level of industrial injuries among the employees of contracting organizations. This fact requires the implementation of a set of measures aimed at improving the safety level on the NPP's territory to prevent occupational injuries.

Keywords: nuclear power engineering, contracting organizations, industrial injuries, accident analysis.

For citation: Ignatovskaya D. L., Shchekina E. V. Assessment of industrial injuries on the example of operating Russian Nuclear Power Plants. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1:18−25. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-18-25

Введение. Ввиду широкого распространения атомной энергетики и все возрастающего количества введенных в эксплуатацию атомных станций в мире проблема улучшения условий труда и снижения производственного травматизма (ПТ) на атомных электростанциях (АЭС) с каждым годом становится все более важной.

На территории РФ за последние восемь лет количество введенных в эксплуатацию энергоблоков увеличилось на девять, что подразумевает увеличение численности персонала АЭС и обслуживающих их работников подрядных организаций. Кроме того, строительство новых энергоблоков продолжается, что делает проблему еще более актуальной.

На форум-диалоге «День безопасности атомной энергетики и промышленности», проходившем в мае 2019 года в РФ, глава Госкорпорации «Росатом» отметил, что в российской атомной отрасли случаев травматизма и отклонений в работе оборудования становится все меньше и главной гарантией безопасности остаются строгое соблюдение дисциплины и неукоснительное следование нормам и правилам охраны труда и техники безопасности на производстве. Вместе с тем, например, в 2018 году в отрасли было зафиксировано несколько десятков случаев травматизма, в том числе со смертельным исходом.

Ситуация с производственным травматизмом осложняется постоянным присутствием на территории АЭС работников подрядных организаций, которые выполняют строительно-монтажные и наладочные работы, связанные с повышенными рисками.

Травматизм среди работников подрядных организаций — одна из новых проблем, которая возникла относительно недавно, около 10 лет назад, в крупных компаниях, особенно добывающих и перерабатывающих, после того как они начали осуществлять выход на публичные предложения ценных бумаг на известных биржах (например Initial Public Offering, или IPO) и в связи с этим должны были провести оптимизацию численности работников, поскольку многочисленный штат персонала мешает установлению высокой рыночной оценки компании. Под сокращение попал именно персонал вспомогательных обслуживающих и ремонтных служб. По некоторым данным, ранее доля этого персонала составляла около 20 % от общей численности работников компаний, после реорганизации их не осталось вовсе.

Кроме того, в настоящее время крупные компании, особенно с долей иностранного капитала, в качестве основного показателя травматизма используют не коэффициент частоты, как это было принято ранее, а показатель, часто используемый в мировой практике — LTIFR (Lost Time Injury Frequency Rate), который учитывает фактически отработанное время в организации за отчетный год. Это дает возможность предприятиям и организациям улучшить свои показатели в сфере охраны труда, так как LTIFR учитывает травматизм только с собственным персоналом, в то время как вспомогательные обслуживающие и ремонтные службы выведены на аутсорсинг, аутстаффинг, на коммерческую основу договорных отношений либо в дочерние зависимые общества.

Анализ научных трудов по изучаемому вопросу позволил найти несколько работ, посвященных схожим темам в родственных отраслях, в частности в топливно-энергетическом комплексе и электроэнергетике [1–6], и практически единственную статью, в которой авторами предложена методика прогнозирования количества случаев травматизма и профессиональных заболеваний именно у работников атомной энергетики [7]. Подобная ситуация подтверждает актуальность исследования и свидетельствует о необходимости более пристального внимания к учету и анализу случаев производственного травматизма для названной отрасли.

Постановка задачи. Задачей данного исследования является анализ случаев производственного травматизма персонала, работающего на территории АЭС, и разработка рекомендаций по снижению их количества.

Поскольку Федеральная служба государственной статистики (Росстат) отражает количество случаев ПТ в атомной энергетике только непосредственно у работников атомных станций, данные о травматизме работников подрядных организаций не отражены в официальной отчетности, что значительно искажает представление об истинном количестве несчастных случаев (НС), происходящих на АЭС [8]. Это, в свою очередь, снижает качество мер, предпринимаемых по предотвращению подобных случаев на объектах атомной энергетики. С целью устранения этого недочета в данной статье проведен анализ случаев ПТ с работниками АЭС и работниками подрядных организаций на объектах атомной энергетики в период с 2013 по 2020 год, в своих ежегодных отчетах Корпорация приводит такую статистику [9].

Теоретическая часть. Госкорпорация «Росатом» представляет собой государственное акционерное общество, объединяющее более 400 предприятий атомной отрасли России: ядерный оружейный комплекс, атомный ледокольный флот, научный комплекс, ядерная медицина, обращение с ураном на всем его жизненном цикле и многое другое. Авторами взят на рассмотрение энергетический дивизион Госкорпорации «Росатом», а именно «Концерн Росэнергоатом» — единственный оператор атомных станций в России.

В таблице 1 представлены данные об абсолютном количестве несчастных случаев с сотрудниками АЭС и работниками подрядных организаций на атомных электростанциях корпорации за 2013–2020 годы [10–17].

За исследуемый период на предприятиях АЭС произошло 83 НС, среди которых 15 случаев (18 %) произошло с работниками АЭС и 68 случаев (82 %) — с работниками подрядных организаций.

Таблица 1

Количество несчастных случаев на АЭС России за 2013–2020 годы

Наименование АЭС	**Годы**							
	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Балаковская		3 (1 с)			2			1с
Белоярская	5 (1 с)	3 (1 с)	1	1				
Билибинская								
Калининская	1	2		3 (1 с)		1 с		
Кольская				1	3	1		2
Курская	2	1 с	1	1 с	1	2	2 (1 с)	1 с
Ленинградская	6 (1 с)	1с			3 (2 с)		4 (1 с)	
Нововоронежская	2 (1 с)	3 (2 с)	2 с		1 с	1		
Ростовская	2	1 с	3 (1 с)	3 (1 с)		3		
Смоленская	2			1		2 (1 с)		
ПАТЭС							2	

Примечание: «с» – смертельный НС, 5 (1 с) означает 5 НС, среди которых 1 НС со смертельным исходом.

Стоит отметить, что из 83 зафиксированных случаев 25 случаев производственного травматизма закончились летальным исходом, причем среди них лишь два случая произошло с работниками АЭС, а 23 случая — с работниками подрядных организаций (8 и 92 % соответственно).

За исследуемый период заметна незначительная положительная динамика снижения ПТ на объектах атомной энергетики, количество НС с летальным исходом также снижается незначительно, но за период с 2018 по 2020 год остается неизменным (два случая в год). Этот факт требует анализа травмирующих факторов и причин НС для более тщательной работы по устранению коренных причин НС (рис. 1).

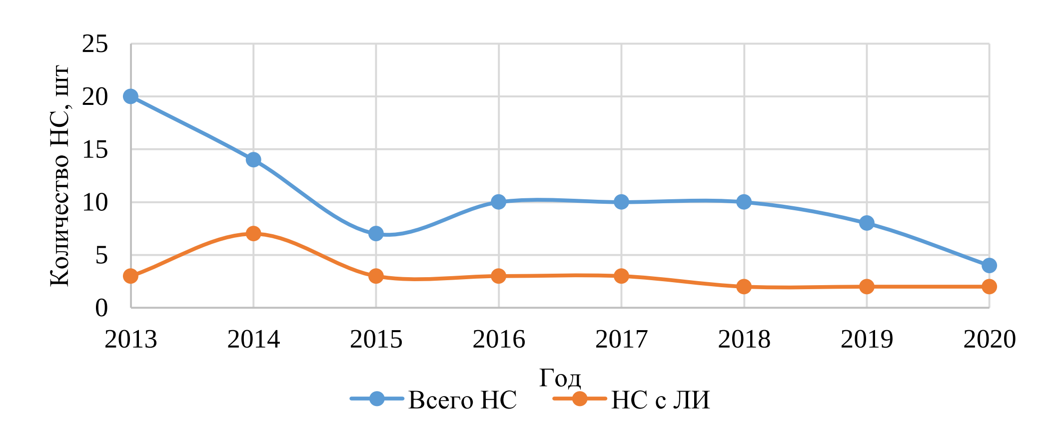


Рис. 1. Динамика снижения количества НС на АЭС за период с 2013 по 2020 год

Для более объективного анализа уровня травматизма на АЭС России использован относительный показатель LTIFR. Данные таблице 2 отражают изменения показателя LTIFR в концерне «Росэнергоатом» за период с 2013 по 2020 год.

Таблица 2

Коэффициент частоты травм с временной потерей трудоспособности (LTIFR)

Годы	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Показатель LTIFR	0,025	0,02	0,02	0,065	0,03	0,08	0,04	0,03

По данному показателю также не прослеживается особой динамики улучшения ситуации, в целом она стабильна, за исключением 2016 и 2018 года. Для корпорации «Росатом» установленный предел показателя LTIFR составляет 0,15, поэтому можно считать, что в целом показатели невелики.

Анализ НС по травмирующим факторам показывает, что подавляющее большинство несчастных случаев происходит из-за падения пострадавших с высоты (34 %), обрушения и обвала предметов и материалов (16 %), воздействия вращающихся, движущихся и разлетающихся предметов (14 %), в результате дорожно-транспортных происшествий (11 %) (рис. 2).

Причем среди указанных травмирующих факторов доля НС с участием работников порядных организаций составляет 93 % — при падении с высоты, по 92 % — при обрушении и обвале предметов и материалов и воздействии вращающихся, движущихся и разлетающихся предметов и 67 % — при ДТП.

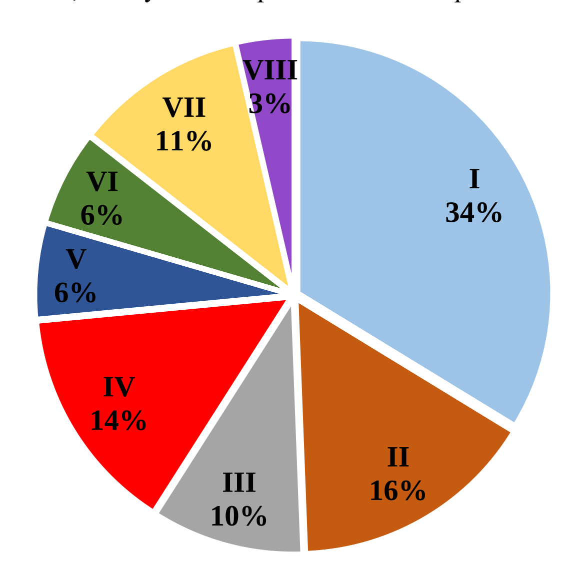


Рис. 2. Распределение НС по травмирующим факторам за период с 2013 по 2020 год:
I – падение пострадавшего с высоты, II – обрушение, обвалы предметов, материалов,
III – падение с высоты роста, IV – воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, V – термический ожог, VI – поражение электрическим током, VII – ДТП, VIII – прочее

Анализ причин НС на АЭС показывает, что из 83 случаев наиболее частыми причинами производственного травматизма за период с 2013 по 2020 год являлись организационные (80 %, среди них 89 % произошло с работниками подрядных организаций). Чаще всего организационными причинами ПТ являются неудовлетворительная организация работ, слабый контроль за персоналом, недостатки в организации безопасного производства работ и нарушение трудовой дисциплины. Кроме того, среди причин НС часто встречается личная неосторожность пострадавших (28 %, из которых 78% произошло с работниками подрядных организаций).

Анализ профессий пострадавших при НС на АЭС показывает, что наиболее подвержены травмам:

— монтажники (25 % от общего количества НС, все пострадавшие — сотрудники подрядных организаций), причем 57 % от общего количества травм с монтажниками составляют травмы с летальным исходом;

— слесари (15 %), 83 % из них — сотрудники подрядных организаций;

— водители, машинисты (10 %), 75 % из них — сотрудники подрядных организаций;

— арматурщики (8 %), все — сотрудники подрядных организаций (рис. 3).

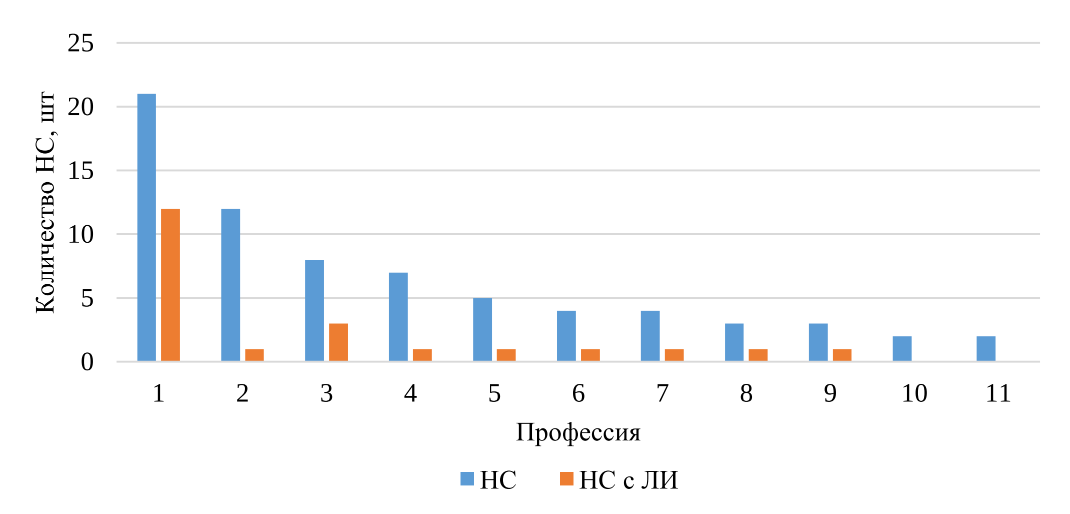


Рис. 3. Распределение пострадавших по профессиям за период с 2013 по 2020 год:
1 – монтажники, 2 – слесари, 3 – водители, машинисты, 4 – арматурщики, 5 – сварщики,
6 – электромонтеры, 7 – специалисты, инженеры, 8 – изолировщики, 9 – бетонщики,
10 – маляры-штукатуры, 11 – подсобные рабочие, уборщики

Наиболее травмоопасными месяцами на АЭС России являются март и июнь (по 13 НС), январь и август (по 9 НС), что обусловлено увеличением ремонтных работ в период с марта по сентябрь из-за проведения планово-предупредительного ремонта (ППР), капитального ремонта (КР) и среднего ремонта (СР) энергоблоков АЭС (рис. 4).

Наиболее травмоопасным месяцем с точки зрения несчастных случаев с летальным исходом является июнь (30 % всех НС с летальным исходом).

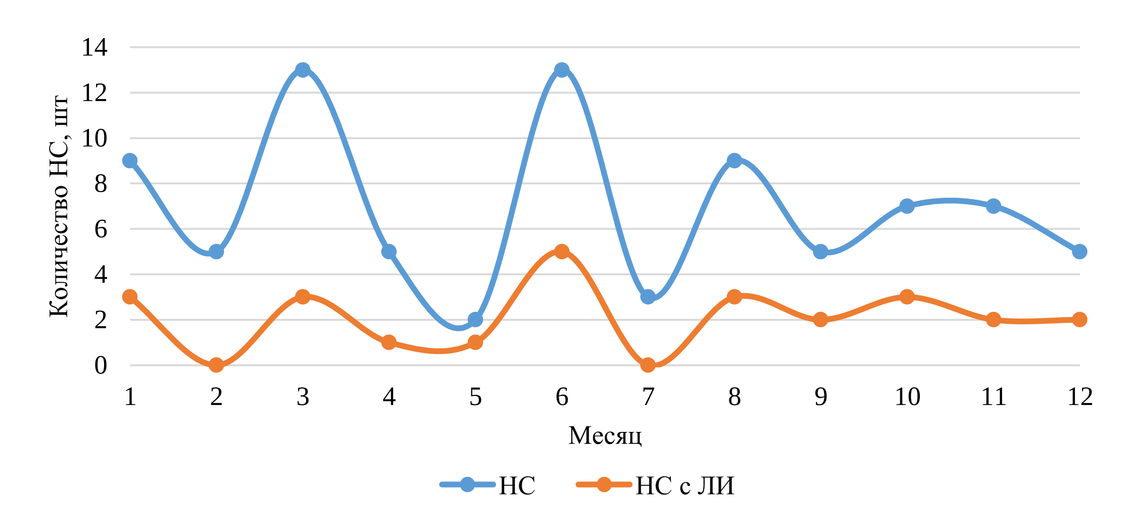


Рис. 4. Распределение НС на АЭС за период с 2013 по 2020 год по месяцам

Распределение НС по дням недели показывает, что наибольшее количество несчастных случаев на АЭС происходит в начале недели (понедельник и вторник) и идет на убыль к концу календарной недели (рис. 5).

Вместе с тем, наибольшее количество травм с летальным исходом отмечалось по четвергам и пятницам, что, вероятно, связано со снижением концентрации внимания из-за накопленной к концу рабочей недели усталости.

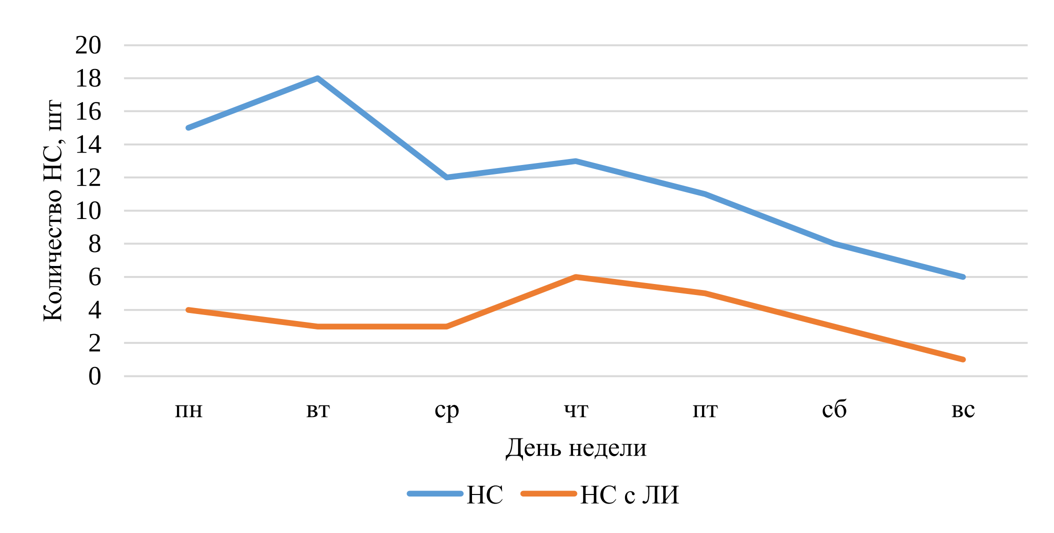


Рис. 5. Распределение НС на АЭС за период с 2013 по 2020 год по дням недели

Выводы. В статье проанализированы статистические данные о случаях ПТ в энергетическом дивизионе Госкорпорации «Росатом» за восемь лет, на основании которых просчитаны абсолютные и относительные показатели травматизма, установлены причины несчастных случаев, основные травмирующие факторы, наиболее травмоопасные профессии и периоды возникновения травм.

Кроме того, выявлено, что травматизм среди работников подрядных организаций значительно выше, чем среди персонала АЭС. Это означает, что необходимо найти пути снижения травматизма на атомных электростанциях, сосредоточившись на работе с сотрудниками подрядных организаций.

Для этого авторами разработаны следующие рекомендации:

1. Предварительный квалификационный отбор организаций подрядчика с ознакомлением имеющейся статистики случаев ПТ, возможно с составлением «черного» списка подрядных организаций и отдельных специалистов, определение рейтинга желательных подрядных организаций.

2. Взаимодействие с подрядчиками в цифровом формате, создание «Личного кабинета подрядчика» для упрощения работы и сокращения времени на обработку информации.

3. Рассмотрение возможности проведения внеплановых инструктажей по ОТ с работниками подрядных организаций в наиболее травмоопасные периоды с привлечением работников отдела охраны труда [18].

4. В связи с возрастанием уровня травматизма к концу рабочей недели организовать жесткий контроль за соблюдением трудового режима, без переработок и с обязательными регламентированными перерывами.

5. Для профессий, которые наиболее подвержены производственному травматизму, применять особые требования к качеству обучения работников, проверкам знаний, допускать к работам на АЭС персонал подрядных организаций, прошедших психофизиологическое обследование, ввести внезапные проверки на предмет наркотического и алкогольного опьянения [19].

6. Разработать схемы мотивации работников сторонних организаций по соблюдению требований охраны труда, в частности, ввести систему поощрений по результатам работы без травматизма за год/полугодие [20].

Библиографический список

1. Гуськова, Т. Н. Предупреждение производственного травматизма на объектах ТЭК на основе оценки уровня компетентности работников в области безопасности труда : автореф. дис. … к. т. н. / Т. Н. Гуськова. — Москва, 2019. — 157 с.

2. Отчет ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» о научно-исследовательской работе по теме: Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период 2011–2020 гг. и формирование рекомендаций по снижению уровня травматизма // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Северо-Уральское управление : [сайт]. — URL: http://www.sural.gosnadzor.ru/info/ (дата обращения: 15.07.2021).

3. Моисеенко, К. А. Производственный травматизм в электроэнергетике / К. А. Моисеенко, М. С. Черемискина // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении : сб. тр. X Всерос. науч.-практ. конф. для студентов и учащейся молодежи. — Юрга : Изд-во Нац. исслед. Томск. политех. ун-т, 2019. — С. 134–136.

4. Анализ аварийности и травматизма в электроэнергетике Российской Федерации / А. Б. Тряпицын, И. М. Кирпичникова, В. Ф. Бухтояров, Г. А. Круглов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: энергетика. — 2018. — Т. 18, № 4. — С. 30–40.

5. Петров, О. П. Производственный травматизм на предприятиях энергетики / О. П. Петров // Молодой ученый. — 2020. — № 16 (306). — С. 158–160.

6. Соколова, Э. И. Снижение риска повреждения здоровья электротехнического персонала, занятого на энергетических объектах металлургических комплексов : автореф. дис. … к. т. н. / Э. И. Соколова. — Магнитогорск, 2019. — 20 с.

7. Пузырев, Н. М. Методика анализа и прогнозирования травматизма и профессиональных заболеваний работников отрасли атомной энергетики / Н. М. Пузырев, Ю. В Васильева // Научный электронный журнал Меридиан. — 2019. — № 16 (34). — С 9–11.

8. Условия труда / Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 15.07.2021).

9. Строящиеся АЭС / Госкорпорация Росатом : [сайт]. — URL: http://rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes/ (дата обращения: 15.07.2021).

10. Эффект масштаба. Годовой отчет. 2013 / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2013/go_rosenergoatom_2013.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

11. Генерируем рекорды. 2014. Годовой отчет / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2014/go_rosenergoatom_2014.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

12. Стандарты безопасности. Возможности бизнеса. Годовой отчет. 2015 / Росэнергоатом: [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2015/go_rosenergoatom_2015.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

13. 25 лет безопасной эксплуатации. 2016. Годовой отчет / Росэнергоатом: [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2016/go_rosenergoatom_2016.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

14. Годовой отчет. 2017 / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2017/go_rosenergoatom_2017.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

15. Шаг в цифровое будущее. Годовой отчет. 2018 / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/ go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2018/go_rosenergoatom_2018.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

16. 75 лет атомной промышленности. Опережая время. Отчетные материалы электроэнергетического дивизиона за 2019 год / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/rosenergoatom/go_rosenergoatom_2019/rea_2019.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

17. Ключевые результаты. Отчетные материалы. Годовой отчет. 2020 / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: https://report.rosatom.ru/go/2020/rea_2020.pdf (дата обращения: 15.07.2021).

18. Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций / Росэнергоатом : [сайт]. — URL: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293748/4293748439 (дата обращения :15.07.2021).

19. О прохождении психиатрического освидетельствования работниками, осуществляющими отдельные деятельности, в том числе деятельность, связанную с источниками повышенной опасности (с влиянием вредных и неблагоприятных производственных факторов), а также работающими в условиях повышенной опасности : постановление Правительства РФ № 695 от 23 сентября 2002 года / Гарант : [сайт]. — URL: https://base.garant.ru/12128252 (дата обращения: 15.07.2021).

20. Карауш, С. А. Повышение эффективности обучения работников строительной отрасли охране труда за счет мотивации работодателей / С. А. Карауш, О. О. Герасимова // Интернет-вестник ВолгГАСУ : [сайт]. — 2015. — № 1 (37). — 6 с. — URL: http://vestnik.vgasu.ru/attachments/6KaraushGerasimova-2015_1(37).pdf (дата обращения: 01.11.2021).

Поступила в редакцию 15.12.2021
Поступила после рецензирования 21.01.2022
Принята к публикации 24. 01.2022

Об авторах:

Игнатовская Дарья Леонидовна, магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, dasya_93@list.ru

Щекина Екатерина Викторовна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, ORCID, n1923@donpac.ru

Заявленный вклад соавторов:

Д. Л. Игнатовская — проведение расчетов, подготовка текста, анализ результатов исследования, формирование выводов; Е. В. Щекина — формирование основной концепции, целей и задач исследования, доработка текста, корректировка выводов.

ОХРАНА ТРУДА



Научная статья
УДК 622.8:001
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-26-31



Некоторые аспекты обеспечения безопасности труда на предприятиях горной промышленности

А. А. Челтыбашев, С. Н. Судак, И. П. Карначёв
Мурманский государственный технический университет (Мурманск, Российская Федерация)

Введение. Рассмотрены вопросы охраны труда на предприятиях горной промышленности. Своевременный анализ и проработка мер по их предотвращению позволяют снизить риски крупных аварий с большим количеством пострадавших.
Постановка задачи. На основе готовой концептуальной модели опасных явлений и аварий необходимо выбрать наиболее эффективные меры по повышению уровня промышленной безопасности на горных предприятиях.
Теоретическая часть. Рассмотрена готовая концептуальная модель опасных явлений и аварий, которые могут возникать на шахтах в результате невыполнения требований охраны труда и промышленной безопасности предприятий, предложенная А. И. Бабенко. Проведен анализ аварий, факторов риска, потенциально опасных и вредных производственных факторов на предприятии горной промышленности. На основе проведенного анализа предложены наиболее эффективные меры по повышению уровня промышленной безопасности на горных предприятиях.
Выводы. В статье рассмотрены вопросы, регламентирующие охрану труда на горных предприятиях, а также выявлены промышленные риски и варианты их устранения посредством организации мероприятий по обеспечению промышленной безопасности. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее эффективным средством для уменьшения рисков возникновения опасных производственных ситуаций является использование многофункциональных систем по обеспечению охраны труда и промышленной безопасности горных предприятий.

Ключевые слова: горная промышленность, охрана труда, промышленная безопасность, риски.

Для цитирования: Челтыбашев, А. А. Некоторые аспекты обеспечения безопасности труда на предприятиях горной промышленности / А. А. Челтыбашев, С. Н. Судак, И. П. Карначёв // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 26‒31. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-26-31



Original article

Some aspects of occupational safety at mining enterprises

A. A. Cheltybashev, S. N. Sudak, I. P. Karnachev
Murmansk State Technical University (Murmansk, Russian Federation)

Introduction. The article discusses the issues of labor protection at mining enterprises. Timely analysis and elaboration of measures to prevent them can reduce the risks of major accidents with a large number of victims.
Problem Statement. It is necessary to choose the most effective measures to improve the level of industrial safety at mining enterprises based on a ready-made conceptual model of hazardous phenomena and accidents.
Theoretical Part. To solve this problem, the article considers a ready-made conceptual model of hazardous phenomena and accidents that may occur in mines as a result of non-compliance with the requirements of occupational safety and industrial safety of enterprises proposed by A. I. Babenko. The analysis of accidents, risk factors, potential dangerous and harmful production factors at the mining enterprise is carried out. Based on the analysis, the most effective measures to improve the level of industrial safety at mining enterprises are proposed.

Conclusions. The article considers the issues regulating labor protection at mining enterprises, as well as it identifies industrial risks and options for their elimination through the organization of measures to ensure industrial safety. Based on the results obtained, the most effective means to reduce the risks of hazardous production situations is the use of multifunctional systems to ensure occupational safety and industrial safety of mining enterprises.

Keywords: mining industry, labor protection, industrial safety, risks.

For citation: Cheltybashev A. A., Sudak S. N., Karnachev I. P. Some aspects of occupational safety at mining enterprises. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1:26‒31. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-26-31

Введение. Охрана труда и вопросы промышленной безопасности на горных предприятиях регламентированы приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [1]. Приказом определены общие требования к организации работ, связанных с производством, хранением, транспортированием и применением опасных веществ, порядок проведения экспертизы промышленной безопасности, меры по предупреждению экзогенной и эндогенной пожароопасности и другие вопросы, связанные с обеспечением безопасной работы людей на данных объектах.

Разработаны и другие отраслевые и надзорные документы, регламентирующие охрану труда на горных предприятиях. Одним из них является приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожарных и производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» [2].

Согласно указанным документам, промышленная безопасность горных предприятий определена «как состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий». Данное определение фактически включает в себя весь потенциал источников опасности, при этом безопасность определяется не свойством, а состоянием сформированной системы охраны труда на предприятии.

Постановка задачи. Задача авторов данной статьи — на основе имеющейся концептуальной модели опасных явлений и аварий выбрать наиболее эффективные меры по повышению уровня промышленной безопасности на горных предприятиях.

Теоретическая часть. Многие специалисты уделяют особое внимание изучению формальных признаков возникновения возможных аварий. Так, А. И. Бабенко разработал концептуальную модель опасных явлений и аварий, которые могут возникать на шахтах в результате невыполнения требований охраны труда и промышленной безопасности предприятий [3]. Предложенная модель приведена на рис. 1.



Рис. 1. Модель опасных явлений и аварий, которые могут возникать на шахтах в результате невыполнения требований охраны труда и промышленной безопасности. *Составлено авторами по [3]*

В соответствии с приведенной моделью анализ аварий должен сопровождаться проработкой мер по их предотвращению. При этом данные действия должны учитывать режимность аварий, проектные и запроектные инциденты, опасные ситуации и явлений.

К запроектным рискам А. И. Бабенко относит опасные ситуации, возникающие на создаваемых объектах горной промышленности. Среди проектных рисков выделяются режимные и гипотетические явления, которые могут возникать в период срока службы эксплуатации горного месторождения.

Наиболее существенные факторы риска в промышленной безопасности горных предприятий приведены на рис. 2.

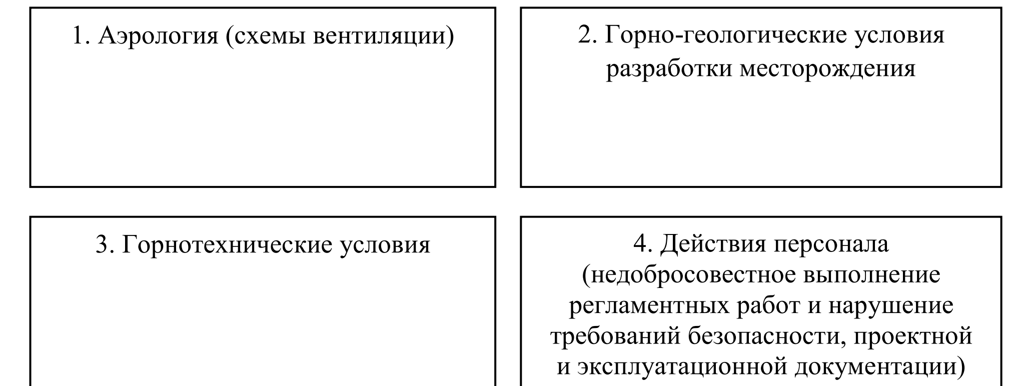


Рис. 2. Факторы риска в промышленной безопасности горных предприятий. *Составлено авторами по [4]*

Помимо возможных аварий, в работе горных предприятий имеется множество факторов, создающих угрозы здоровью и жизни персонала, в результате чего возникает необходимость комплексного рассмотрения условий труда с целью выявления потенциально опасных и вредных производственных факторов и разработки эффективных мер защиты. Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов приведен в таблице 1.

Как видно на таблице, в шахтах в той или иной степени присутствуют все потенциально опасные и вредные факторы производства, поэтому целесообразна разработка мер по защите от них человека и окружающей природной среды. Меры защиты от потенциально опасных или вредных факторов представлены в таблице 2.

Таблица 1

Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов на предприятии горной промышленности

Потенциально опасный или вредный фактор	**Источник**	**Воздействие на человека**
Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	Ручные перфораторы, буровые станки и скреперные лебедки	Механические травмы различной степени тяжести
Загрязнённая воздушная среда: — высокие концентрации токсичных компонентов пылегазовых аэрозолей	Самоходное буровое и погрузочно-доставочное оборудование с дизельными двигателями	Вызывает удушье из-за недостаточного насыщения крови кислородом
Вибрация	Ручные перфораторы, скреперные лебедки	Рефлекторные синдромы шейного и поясничного уровней, нейросенсорная тугоухость, хроническая радикулопатия шейно-плечевого и пояснично-крестцового уровней, вибрационная болезнь
Акустические воздействия: — шум механический — шум аэродинамический	Движущиеся части машин, вибрация, вентиляторы	Раздражение, утомление слуха (тугоухость и глухота), поражение центральной нервной системы
Неудовлетворительные параметры микроклимата помещения		Дискомфорт, снижение работоспособности

Источник: составлено авторами по [5]

Таблица 2

Меры защиты от потенциально опасных или вредных факторов
на предприятии горной промышленности

Потенциально опасный или вредный фактор	**Источник**	**Защитное устройство или мероприятие по устранению вредных факторов**
Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	Ручные перфораторы, буровые станки и скреперные лебедки	Частичные стационарные приспособления в виде кожухов и сеток, ограждающие приводы и другие опасные зоны движущихся механизмов; запрещающие знаки
Загрязнённая воздушная среда: — высокие концентрации токсичных компонентов пылегазовых аэрозолей	Самоходное буровое и погрузочно-доставочное оборудование с дизельными двигателями	Инновационные системы вытяжной вентиляции, автоматический газоанализатор типа МН и средства светового и звукового оповещения на случай обнаружения пониженного содержания кислорода в воздухе
Опасный уровень напряжения	Выпрямители тока ВДУ-1201, катушки индуктивности и осциллятора	Оборудование: защитное заземление, зануление (соединение металлических токоведущих частей с нулевым защитным проводником); защитное отключение Дополнительно рабочими используются диэлектрические перчатки, галоши, боты, коврики. R<4 Ом
Вибрация	Ручные перфораторы, скреперные лебедки	Организационные меры защиты: «защита временем» Технические меры: пассивная виброизоляция (установка агрегатов на виброизолированный фундамент), виброизоляция (использование пружинных и резиновых прокладок)
Акустические воздействия: — шум механический — шум аэродинамический	Движущиеся части машин, вибрация Вентиляторы	Работник, выполняющий вредную технологическую операцию, использует ИСЗ, аналогичные средствам защиты от вибрации, а также от шума (наушники)

Источник: составлено авторами по [5]

В перечень общих организационных мер защиты от потенциально опасных и вредных производственных факторов входят:

— регулярное проведение инструктажа персонала по технике безопасности;

— обеспечение персонала необходимой спецодеждой;

— соблюдение правил эксплуатации оборудования (в том числе своевременное проведение осмотра и ремонта оборудования и испытаний защитных устройств);

— регулярное обязательное медицинское обследование персонала с целью выявления и предупреждения развития профессиональных заболеваний и патологий [6].

Наибольшую эффективность показали многофункциональны системы безопасности, которые активно внедряются на шахтах зарубежных стран.

Состав таких многофункциональных систем приведен на рис. 3.

Система контроля аэрологического состояния, в том числе раннего обнаружения пожаров	Система контроля работы «Микон III» и «Микон 1Р»	Система аварийного оповещения (комплекс СУБР–1П)
Система поиска застигнутых аварией людей (СПАС «Микон»)	Система регионального, локального и текущего контроля и прогноза состояния горно-технологического объекта	

Рис. 3. Состав многофункциональных систем по обеспечению охраны труда и промышленной безопасности горных предприятий. С*оставлено авторами по [7]*

Выводы. Внедрение многофункциональных систем по обеспечению охраны труда и промышленной безопасности позволит предотвратить аварии на шахтах, повысить уровень дисциплины и не допустить массовой гибели людей. В то же время именно использование данных систем обеспечивает выполнение требований стандартов к охране труда работников на шахтах и позволяет добиться высокой степени безопасной работы персонала.

Важнейшей функцией таких систем на шахтах является оповещение работников и надзорных органов об опасных событиях на шахте посредством СМС-сообщений и E-mail-информирования [7].

Многофункциональные системы основываются на сложных языках программирования с использованием искусственного интеллекта и обеспечивают оперативное реагирование на малейшие нарушения, возникающие на шахте. Именно они являются драйверами роста безопасности в горной промышленности в мире и в Российской Федерации. В настоящее время идет апробация данных решений в разных подразделениях горной промышленности страны. Важным этапом является проработка решений под условия и специфику детальности каждой конкретной шахты, что позволит не допустить глобальных и масштабных нарушений, влекущих серьезные последствия.

Библиографический список

1. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» : приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 № 505 / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — https://docs.cntd.ru/document/573156117 (дата обращения: 07.12.2021).

2. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» : приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331 / Министерство юстиции Российской Федерации : [сайт]. — URL: https://minjust.consultant.ru/documents/24930 (дата обращения: 04.12.2021).

3. Бабенко, А. Г. Обеспечение комплексной безопасности угольной шахты / А. Г. Бабенко, Э. С. Лапин // Аэрология и безопасность горных предприятий : сб. науч. тр. Вып. 1. — Москва : Горное дело, 2013. — С. 118–123.

4. Ефимов, В. А. Улучшение охраны труда на горнодобывающих предприятиях / В. А. Ефимов, Б. В. Буданов // Научный журнал : [сайт]. — 2019. — № 2 (36). — С. 5–6. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/uluchshenie-ohrany-truda-na-gornodobyvayuschih-predpriyatiyah (дата обращения: 04.12.2021).

5. Сюрин, С. А. Профессиональные риски здоровью при добыче и переработке апатитовых руд в Кольском Заполярье / С. А. Сюрин, В. П. Чащин, В. В. Шилов // Экология человека. — 2015. — № 8. — С. 10–15.

6. Железнов, А. И. Специфические аспекты промышленной безопасности угольных предприятий как экономической категории / А. И. Железнов, Е. Е. Адакин // Армия и общество : [сайт]. — 2013. — № 2 (34). — С. 83–89. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_21145565_30553719.pdf (дата обращения: 07.12.2021).

7. «Микон-ГЕО» — система оперативного обнаружения и контроля состояния зон развития опасных геогазодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом / Э. С. Лапин, В. Б. Писецкий, А. Г. Бабенко Ю. В. Патрушев // Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 4. — С. 18–22.

Поступила в редакцию 22.12.2021
Поступила после рецензирования 19.01.2022
Принята к публикации 20.01.2022

Об авторах:

Челтыбашев Александр Анатольевич, доцент кафедры «Строительства, энергетики и транспорта» Мурманского государственного технического университета (183010, РФ, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13), кандидат педагогических наук, ORCID, xu31@yandex.ru

Судак Светлана Николаевна, доцент кафедры «Техносферной безопасности» Мурманского государственного Технического университета (183010, РФ, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13), кандидат технических наук, ORCID, sudaksn@mstu.edu.ru

Карначёв Игорь Павлович, профессор кафедры «Строительства, энергетики и транспорта» Мурманского государственного технического университета (183010, РФ, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13), доктор технических наук, профессор, ORCID, IgorKarnachev@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов:

А. А. Челтыбашев — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, подготовка текста, формирование выводов; С. Н. Судак — обработка теоретического материала, разработка рекомендаций, корректировка текста, доработка выводов; И. П. Карначёв — научное руководство, анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов.

ОХРАНА ТРУДА



Научная статья
УДК 331.45; 613.6
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-32-40



Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм у работников пищевой промышленности

В. Ю. Контарева[1], **С. Н. Белик**[2]
[1]Донской государственный аграрный университет (пос. Персиановский, Российская Федерация)
[2]Ростовский государственный медицинский университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Рассмотрены проблемы профессиональной заболеваемости и производственного травматизма у работников пищевой промышленности, в том числе факторы и причины, формирующие условия труда, которые способствуют возникновению заболеваемости и несчастных случаев.
Постановка задачи. Задачей исследования является анализ профессиональной заболеваемости и производственного травматизма и их причин, а также предложение корректирующих или предупреждающих мероприятий, направленных на устранение причин несчастных случаев, травм, развития профессиональных заболеваний.
Теоретическая часть. В качестве исходной информации использованы данные статистической отчетности Федеральной службы государственной статистики и материалы литературных источников отечественных и зарубежных авторов.
Выводы. Результаты работы свидетельствуют о наличии профессиональной заболеваемости и производственного травматизма у работников пищевой промышленности и о необходимости внедрения и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда и повышение его безопасности.

Ключевые слова: профессиональная заболеваемость, производственный травматизм, пищевая промышленность, опасные и вредные факторы, охрана труда.

Для цитирования: Контарева, В. Ю. Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм у работников пищевой промышленности // В. Ю. Контарева, С. Н. Белик // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 32−40. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-32-40



Original article

Occupational morbidity and occupational injury in the food industry

V. Yu. Kontareva[1], **S. N. Belik**[2]
[1]Don State Agrarian University (Persianovsky, Russian Federation)
[2] Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The article considers the problems of occupational morbidity and occupational injuries in the food industry, including factors and causes that form working conditions that contribute to the occurrence of morbidity and accidents.
Problem Statement. The aim of the study is to analyze occupational morbidity and occupational injuries and their causes, as well as to propose corrective or preventive measures aimed at eliminating the causes of accidents, injuries, and the development of occupational diseases.
Theoretical Part. As initial information, the statistical reporting data of the Federal State Statistics Service and the materials of domestic and foreign literary sources are given.

Conclusions. The results of the work indicate the presence of occupational morbidity and occupational injuries among food workers and the need to introduce and implement a number of measures aimed at improving working conditions and improving safety.

Keywords: occupational morbidity, occupational injuries, food industry, hazardous and harmful factors, labor protection.

For citation: Kontareva V. Yu., Belik S. N. Occupational morbidity and occupational injury in the food industry. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1: 32−40. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-32-40

Введение. Задачи охраны труда и обеспечения безопасности работников на предприятиях разнообразных сфер деятельности составляют основу социально-экономического благосостояния страны, а также являются наиважнейшим условием формирования здоровья нации. Одной из ведущих отраслей народного хозяйства Российской Федерации является пищевая промышленность, на предприятиях которой занято около 1,5 млн человек.

Простановка задачи. Задачей исследования является анализ профессиональной заболеваемости и производственного травматизма и их причин, а также предложение корректирующих или предупреждающих мероприятий, направленных на устранение причин несчастных случаев, травм, развития профессиональных заболеваний.

Теоретическая часть. На рис. 1 приведены данные Федеральной службы государственной статистики о количестве занятых на производстве с вредными и (или) опасными условиями труда в организациях по производству пищевых продуктов за период с начала 2018 до конца 2020 года [1].

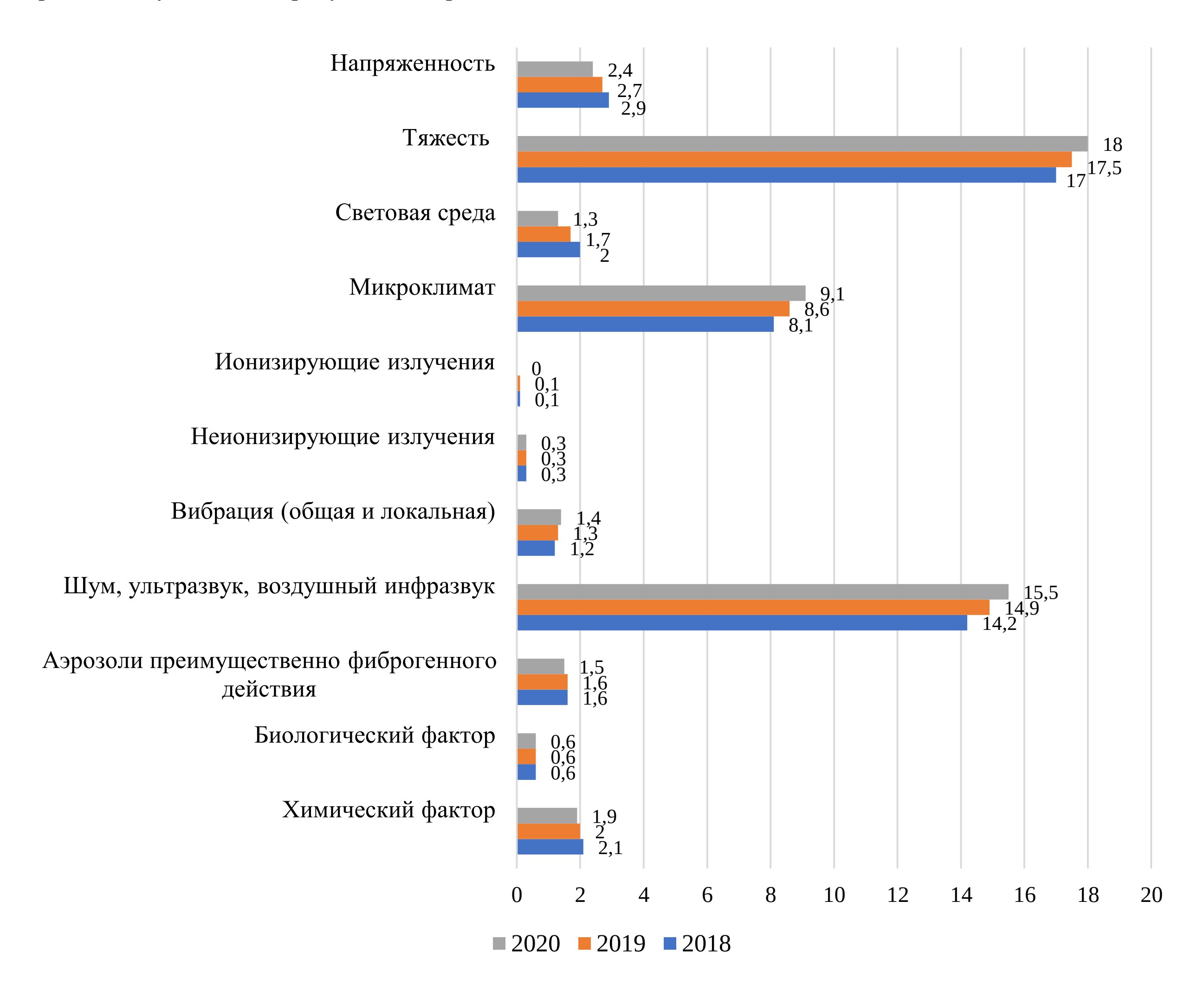


Рис. 1. Количество занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда на предприятиях пищевой промышленности, в % от общей численности

Доля занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда составляет в среднем 35 % в год от общей численности работающих на предприятиях пищевой промышленности, при этом каждый сотрудник учитывается единожды вне зависимости от количества оказывающих на него влияние опасных и вредных производственных факторов. Таким образом, более 1/3 работников пищевой промышленности выполняют свои функции под преобладающим воздействием тяжелого трудового процесса, шума, микроклимата. При этом следует отметить, что за рассматриваемый период снижения количества работающих в таких условиях не произошло.

Современные технологии в пищевой промышленности, техническое состояние предприятий, условия труда и организация рабочих мест не обеспечивают соблюдение санитарно-гигиенических норм по ряду показателей: акустическим, микроклимату, световой среды, воздуху рабочей зоны, тяжести и напряжённости труда и т. д. Эти факторы способствуют развитию профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Под воздействием вышеуказанных факторов и/или их комбинаций в организме человека накапливается критическая масса токсичного (вредного) вещества и происходит изменение физиологических функций органов и систем, приводящее к патологическим состояниям [2]. К ним относятся болезни, вызванные химическими и биологическими веществами, заболевания опорно-двигательного аппарата, периферических сосудов и сердца, центральной нервной системы, верхних дыхательных путей и т. д.

Согласно европейской статистике по профессиональным заболеваниям, на болезни опорно-двигательного аппарата (ОДА) приходится около 38 % всех профессиональных заболеваний. В индустрии пищевых продуктов и напитков существует множество факторов риска для развития заболеваний ОДА: работа характеризуется длительными многочасовыми статическими нагрузками с наклоном вперед (неудобная вынужденная поза), повторяющимися и быстрыми движениями рук и запястья (стереотипные движения), длительным и сильным напряжением рук и запястья, а также переносом и подъемом тяжелых предметов [3–4].

Распространённость заболеваний ОДА среди работников пищевой промышленности достигает 67,5 %, по локализации они распределяются следующим образом: 63 % — в нижних конечностях, 56–65,8 % — в нижней части спины, 49 % — в шее и верхней части спины, 62,3 % — в плече [5–6].

Углублённый нозологический анализ указывает на значительно повышенный риск синдрома запястного канала / срединных / локтевых нервных расстройств, миелопатии, спондилеза, смещения грудного или поясничного межпозвоночного диска, периферической энтезопатии, нарушения синовиального отдела, сухожилия и бурсы, заболевания внесуставных мягких тканей спины и конечностей, а также триггерного пальцевого и радиального стилоидного тендовагинита [7].

Заболевания мягких тканей, спондилез и связанные с ними расстройства занимают ведущее место в рейтинге заболеваний ОДА у данной группы работников, что связано с чрезмерным использованием мышц, быстрыми и повторяющимися движениями, а также длительными статическими нагрузками и неудобной вынужденной позой [8–9].

Имеется повышенный риск заболеваний периферических сосудов, среди них варикозное расширение вен нижних конечностей из-за длительной статической нагрузки в течение рабочего дня. Результаты систематических наблюдений свидетельствуют, что работающие стоя более 3–4 часов в день имеют повышенный риск развития варикоза (в 2,5 раза) по сравнению с не имеющими такой нагрузки. При этом распространённость этого заболевания или даже риск приобрести его более высокие у женщин, чем у мужчин [10–11].

Не исключен риск развития вибрационной болезни у работников пищевой промышленности, который может быть связан с воздействием локальной или общей вибрации. Проявления: полинейропатия верхних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей (в том числе синдром Рейно), синдром карпального канала (компрессионная невропатия срединного нерва), миофиброз предплечий и плечевого пояса, артрозы и периартрозы лучезапястных и локтевых суставов, полинейропатия конечностей в сочетании с радикулопатией пояснично-крестцового уровня, церебральный ангиодистонический синдром [12–13].

Одним из факторов риска для работников пищевой промышленности является воздействие опасных уровней звука. В ряде исследований показано, что средний уровень звука на предприятиях пищевой промышленности может варьироваться от 58 до 98 дБА, это влияет на развитие специфическихауральных эффектов, проявляющихся как в виде медленно прогрессирующего понижения слуха по типу неврита слухового нерва (кохлеарный неврит), так и с некоторыми экстрааудальными эффектами, включая головные боли, повышенное кровяное давление, потерю сна, увеличение частоты сердечных сокращений, боли в области

сердца, повышение артериального давления, дисфункцию ЖКТ, снижение иммунологической реактивности, стрессорную метаболическую реакцию [14–15].

Источниками инфразвука в пищевой промышлености могут быть компрессоры, кондиционеры, турбины, промышленные вентиляторы и вытяжки, крупногабаритное холодильное оборудование [16]. Для биологического действия инфразвука (ИЗ) характерны в основном экстраауральные эффекты. Механизм действия ИЗ связан с влиянием на механо- и проприорецепторы организма, с резонансными эффектами, непосредственным распространением упругих волн по органам и тканям. Критическими органами являются вестибулярный анализатор, центральная нервная и сердечно-сосудистая системы, органы дыхания. В клинической картине преобладают астеновегетативные и сосудистые нарушения, способствующие формированию астенического синдрома, гипертонической болезни, энцефалопатии дисциркуляторного типа и т. д. [17–18].

На рис. 2 представлены данные, отражающие численность работников, занятых производством пищевой продукции, с установленными профессиональными заболеваниями.

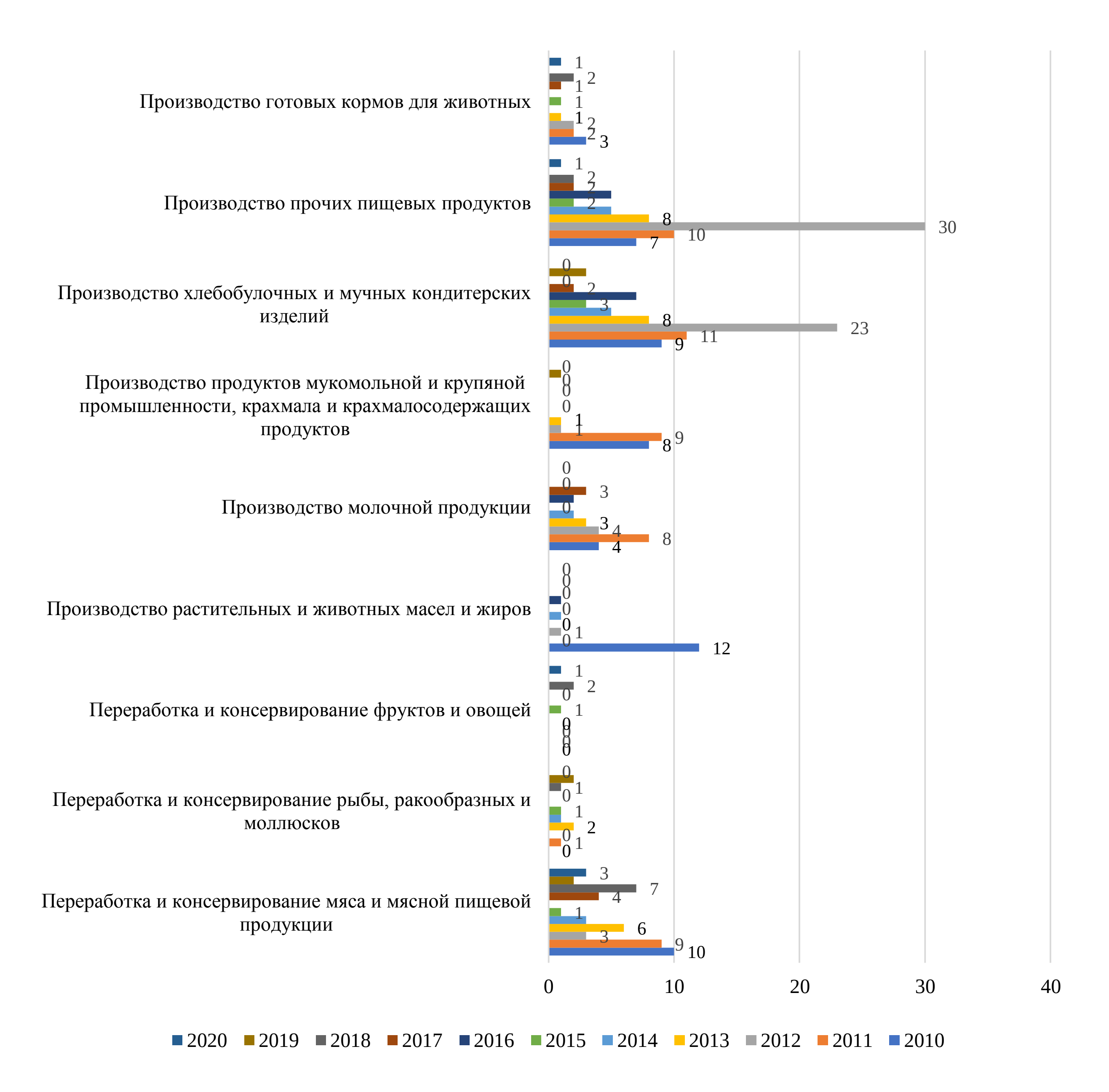


Рис. 2. Численность лиц, занятых в производстве пищевых продуктов, с установленными в 2010–2020 годах профессиональным заболеваниями

Анализ статистических данных свидетельствует о стабилизации количества профессиональных заболеваний в отрасли в целом, однако эти данные, как правило, отражают официально подтвержденные случаи, во внимание не принимаются фактические показатели, имеющие место из-за несвоевременного выявления или не выявления профзаболевания в периоды прохождения медицинских осмотров, а также из-за сокрытия возникновения профессионального заболевания и т. д.

Помимо профессиональных заболеваний, возникают риски возникновения травмоопасных ситуаций и несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом [19].

В таблицах 1, 2 содержатся данные по производственному травматизму на предприятиях пищевой промышленности.

Таблица 1

Статистические данные о пострадавших на предприятиях пищевой промышленности за период 2010–2020 годов

Вид деятельности	**Численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом**										
	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции	684/11	567/8	505/15	450/9	360/5	303/4	309/8	363/13	308/8	327/8	273/8
Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков	112/6	82/2	75/5	67/3	40/-	39/2	55/5	67/3	63/2	87/2	57/3
Переработка и консервирование фруктов и овощей	54/2	35/-	35/-	25/1	24/-	25/-	21/-	21/1	11/1	10/1	13/1
Производство растительных и животных масел и жиров	72/5	65/2	81/5	63/5	62/3	61/5	50/3	40/-	56/3	54/2	49/-
Производство молочной продукции	537/12	474/8	420/10	400/10	300/4	321/5	272/6	216/5	220/8	179/4	167/6
Производство продуктов мукомольной и крупяной промышленности, крахмала и крахмало-содержащих продуктов	220/6	187/1	168/11	112/4	96/6	82/4	61/4	63/1	61/5	67/-	46/2
Производство хлебобулочных и мучных кондитерских изделий	898/12	796/13	786/16	647/16	595/16	490/10	457/9	454/7	363/6	396/4	319/3
Производство прочих пищевых продуктов	528/8	468/9	461/9	380/10	349/10	228/6	269/6	268/5	216/8	239/8	210/9
Производство готовых кормов для животных	103/2	66/2	64/2	55/3	52/1	47/2	38/7	44/1	34/-	31/-	23/2
ИТОГО	3502/70	2994/49	2595/73	2199/61	1878/45	1656/38	1532/48	1536/36	1331/41	1390/29	1157/34

Таблица 2

Статистические данные об общей численности работников и количестве пострадавших на предприятиях пищевой промышленности за период 2010–2020 годов

Показатель	Период										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Средняя численность работников, чел.	1053666	1034207	876126	848335	832456	821365	825123	832900	805487	830396	802799
Количество пострадавших, чел.	3502	2994	2595	2199	1878	1656	1532	1536	1331	1390	1157
Расходы на мероприятия по охране труда, тыс. руб.	4530588,4	4783211,2	5033211,2	5546878,4	5881758,8	6932264,8	7064749,3	8071147,8	8195880,5	9273797,3	11368203,4

Приведенные данные по травматизму и количеству установленных профессиональных заболеваний свидетельствуют о наметившейся за последние годы тенденции к снижению. Однако при этом четко прослеживается взаимосвязь сокращения количества пострадавших в отрасли со снижением средней численности работников и увеличением расходов на мероприятия по охране труда. Так, с 2010 по 2020 год численность работников снизилась с 1 053 666 до 802 799 человек, расходы, направленные на улучшение условий труда, увеличились с 4 530 588,4 тыс. руб. до 11 368 203,4 тыс. руб., количество несчастных случаев упало с 3502 до 1157, снизилось и количество лиц с установленными профессиональными заболеваниями — с 53 до 6.

Следует отметить, что нарушение порядка предоставления статистических данных, их несвоевременное предоставление или же предоставление недостоверных данных предприятиями происходит в силу ряда причин. Во-первых, размер страхового тарифа для предприятия, а также возврат средств из фонда социального страхования, предоставляемых на профилактику травматизма на производстве, прямо зависят от количества увечий и летальных исходов. Во-вторых, работодатели страшатся штрафных санкций со стороны надзорных органов, а именно Государственной инспекции труда. При тяжелом или смертельном случае на предприятии в комиссию по расследованию включают инспектора Государственной инспекции труда, имеющего право штрафовать за выявленные нарушения или оформлять предписания по их устранению, а эти действия затратны для собственников. В-третьих, должностные лица опасаются попасть под уголовную ответственность по ст. 143 УК РФ «Нарушение требований охраны труда». В-четвертых, расследование несчастных случаев требует временных и финансовых затрат, а также сбора значительного количества документов.

Данные статистики, а также исследования ряда авторов свидетельствуют о том, что несчастные случаи возникают на предприятиях вследствие неудовлетворительной организации производства и технологических нарушений, слабого контроля со стороны руководства или ответственных лиц за производственной и трудовой дисциплиной, регулярного отступления от правил и инструкций техники безопасности сотрудниками, уклонения работодателей от внедрения системы управления охраной труда и включения в структуру служб по охране труда и/или производственной безопасности, а в штатное расписание — специалистов по охране труда, эксплуатации устаревшего морально и физически технологического оборудования или его применения в неисправном состоянии, плохой оснащенности рабочих мест и содержания их в ненадлежащем порядке, отсутствия или неисправности блокирующих устройств, ограждений вращающихся и движущихся частей оборудования, отсутствия или неприменения средств индивидуальной и коллективной защиты, ошибочных действий работников, нахождения их в состоянии алкогольного, наркотического и других видов опьянения и т. д. [16, 20–21].

Все вышеуказанные причины являются общими для рассматриваемых предприятий. Однако существуют и специфические причины травматизма на предприятиях пищевой промышленности, связанные с

особенностями технологического процесса, применяемым оборудованием и т. д. Например, на предприятиях по переработке и консервированию мяса и мясной пищевой продукции, где отмечено наибольшее количество несчастных случаев, факты травматизма обусловлены неисправностью и износом машин и механизмов (таких, как пилы, мясорубки, куттера, подъемники, волчки и т. д.), тесным контактом работников с опасным производственным оборудованием или инструментом (например при работе с ножами), несовершенством технологического оборудования (например на машине для обработки кишок отсутствуют приспособления, обеспечивающие безопасность загрузки и выгрузки, на вакуумных котлах не установлены приборы контроля и регулирования давления, на силовых измельчителях и дробилках нет систем блокировки, не установлены ограждения у аппаратов электроглушения и т. д., нет аварийных выключателей на линии первичной обработки птицы и т. п.), несоответствием размещения технологического оборудования требованиям безопасности и эргономики (например не соблюдено расстояние между рабочими местами обвальщиков и жиловщиков, отсутствуют приспособления для хранения ручных ножей во время работы оператора машины для снятия шкурки со шпика и т. п.), несоблюдением правил по охране труда при работе с технологическим оборудованием. Основные виды травм в вышеуказанных случаях — это травмы конечностей, переломы, вывихи, ожоги, поражения электрическим током [21].

С целью снижения количества несчастных случаев, случаев травматизма и возникновения профессиональных заболеваний, а также приведения условий труда в соответствие с санитарно-гигиеническими нормами необходимо решить следующие задачи по охране труда на предприятиях пищевой промышленности:

— повысить эффективность обучения безопасности труда и пропаганду охраны труда;

— нормализовать санитарно-гигиенические условия труда;

— обеспечить безопасность производственного оборудования, технологических процессов, зданий, сооружений, помещений, территории предприятия;

— проводить профессиональный отбор работников с точки зрения пригодности по безопасности труда;

— обеспечить работающих средствами индивидуальной защиты и коллективной защиты;

— проводить постоянный мониторинг и ввести контроль за соблюдением правил охраны труда и техники безопасности;

— мотивировать работников к соблюдению собственной безопасности и т. д.

Для разработки корректирующих или предупреждающих мероприятий и устранения причин возникновения несчастных случаев, получения травм, развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний возможно использование современных подходов к охране здоровья работающих. К их числу относятся:

— внедрение национальных стандартов системы «Менеджмент риска»;

— использование диаграммы причинно-следственной связи производственного травматизма и профессиональных заболеваний Исикавы;

— разработка программ учета и анализа условий труда в целом по предприятию и отдельно по цехам, участкам, подразделениям;

— использование методов визуального управления, основанных на принципах бережливого производства и безопасности рабочих мест, методов стандартизации работы и визуализации, защиты от непреднамеренных ошибок, метода всеобщего обслуживания оборудования;

— применение современных цифровых средств в области охраны труда, в особенности технологий виртуальной и дополненной реальности, серьезных игр и геймифицированных методов, направленных на обучение сотрудников в области охраны труда путем погружения в производственную среду, в том числе с условиями повышенной опасности, нештатных ситуаций;

— создание и внедрение трекинг-устройств, позволяющих отслеживать и анализировать работу персонала и предупреждать аварийные ситуации (при этом в качестве таких устройств можно использовать как стандартные мобильные гаджеты, так и специально разработанные устройства);

— внедрение позиционирующих устройств, связанных с перемещением машин, механизмов, производственного оборудования (например для предотвращения количества несчастных случаев, связанных с наездом машин на персонал, столкновением);

— разработка организационных мероприятий путем введения критически значимых правил, при несоблюдении которых нарушители увольняются с работы, и т. д.

Выводы. Результаты проведенного анализа статистических данных профессиональной заболеваемости и производственного травматизма в период с 2010 по 2020 год свидетельствуют о тенденции к снижению общего количества случаев профессиональной заболеваемости и производственного травматизма у работников пищевой промышленности, что обусловлено прежде всего снижением средней численности работников отрасли и увеличением расходов на мероприятия по охране труда, а не общим улучшением условий труда и внедрением мероприятий, способствующих повышению безопасности. Таким образом, возникает необходимость внедрения и реализации на предприятиях ряда корректирующих или предупреждающих мероприятий, направленных на устранение причин возникновения несчастных случаев, травм, развития профессиональных заболеваний.

Библиографический список

1. Условия труда. Условия труда, производственный травматизм (по отдельным видам экономической деятельности) / Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. — URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions?print=1# (дата обращения: 21.06.2021).

2. Стабровская, Е. И. Особенности профессиональной заболеваемости на предприятиях пищевой промышленности / Е. И. Стабровская, Н. В. Васильченко // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: материалы X Международной научно-практической конференции. — Кемерово, 2013. — С. 367–369.

3. HaS Executive . Work related Musculoskeletal Disorders (WRMSDs) Statistics in Great Britain. Data up to March 2021. Annual statistics Published 16th December 2021 // hse.gov.uk : [сайт]. — URL: https://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/msd.pdf (дата обращения : 22.06.2021).

4. Xu, Yan-Wen Prevalence and risk factors of work- related musculoskeletal disorders in the catering industry: a systematic review / Yan-Wen Xu, Andy S K Cheng, Cecilia W P Li-Tsang // Work. — 2013. Vol. 44 (2). — P. 107–116. 10.3233/WOR-2012-1375

5. Об утверждении перечня профессиональных заболеваний : приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 года № 417н / Гарант : [сайт]. — URL: https://base.garant.ru/70177874/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/ (дата обращения: 19.07.2021).

6. Dangerous dining: health and safety in the New York City restaurant industry / S. Jayaraman, J. Dropkin, S. Siby [et al.] // Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine. — 2011. — Vol. 53, Iss. 12. — P. 1418–1424. 10.1097/JOM.0b013e3182363b9f

7. Risk factors for frequent work- related burn and cut injuries and low back pain among commercial kitchen workers in Japan / S. Tomita, T. Muto, H. Matsuzuki [et al.] // Industrial Health. — 2013. — Vol. 51, iss. 3. — P. 297–306. 10.2486/indhealth.2012-0134

8. Trojian, T. H. Plantar Fasciitis / T. H. Trojian, A. K. Tucker // American Family Physician. — 2019. — Vol. 99, No 12. — P. 744-750.

9. Muscle aches / Medical encyclopedia. Bethesda, MD: U.S. National Library of Medicine 2019 // medlineplus.gov : [сайт]. — URL: https://medlineplus.gov/ency/article/003178.htm (дата обращения : 21.07.2021).

10. Distribution of working position among workers with varicose veins based on the National Health Insurance and National Employment Insurance data / S. Jung, Y. Kim, D. Kang [et al.] // Annals of Occupational and Environmental Medicine. — 2020. — Vol. 32 (1):e21. — P. 11. 10.35371/aoem.2020.32.e21

11. Lower limb venous and arterial peripheral diseases and work conditions: systematic review / S. Huo Yung Kai, J. Ferrières, C. Carles [et al.] // Occupational and Environmental Medicine. — 2021. — Vol. 78 (1). — P. 4–14. 10.1136/oemed-2019-106375

12. Risk factors for Raynaud's phenomenon among workers in poultry slaughterhouses and canning factories / M. Kaminski, M. Bourgine, M. Zins [et al.] // International Journal of Epidemiology. — 1997. — Vol. 26, iss. 2. — P. 371–380. 10.1093/ije/26.2.371

13. Harmse, J. L. The Impact of Physical and Ergonomic Hazards on Poultry Abattoir Processing Workers: A Review / J. L. Harmse, J. C. Engelbrecht, J. L. Bekker // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2016. — Vol. 13 (2):197. — P. 1–24. 10.3390/ijerph13020197

14. Rusnock, C. F. An evaluation of restaurant noise levels and contributing factors / C. F. Rusnock, P. M. Bush // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. — 2012. — Vol. 9, iss. 6. — P. 108–113. 10.1080/15459624.2012.683716

15. Bonfiglioli, R. Occupational mononeuropathies in industry / R. Bonfiglioli, S. Mattioli, F. S. Violante // Handbook of Clinical Neurology. — 2015. — Vol. 131. — P. 411–426. 10.1016/B978-0-444-62627-1.00021-4

16. Чепелев, Н. И. Повышение безопасности труда операторов пищевых производств путем разработки электродинамического информационного устройства / Н. И. Чепелев, Э. А. Будьков // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2015. — № 7. — С. 89–92.

17. Health effects from low-frequency noise and infrasound in the general population: Is it time to listen? A systematic review of observational studies / C. Baliatsas, I. van Kamp, R. van Poll, J. Yzermans // Science of The Total Environment. — 2016. — Vol. 557–558. — P. 163–169. 10.1016/j.scitotenv.2016.03.065

18. Negative effect of high-level infrasound on human myocardial contractility: In-vitro controlled experiment / R. Chaban, A. Ghazy, E. Georgiade [et al.] // Noise and Health. — 2021. — Vol. 23, iss. 109. — P. 57–66. 10.4103/nah.NAH_28_19

19. Сбитнев, Г. Е. Гигиена труда и образ жизни работников автоматизированных молокоперерабатывающих производств : автореферат дис. ... канд. мед. наук / Г. Е. Сбитнев. — Кемерово, 2013. — 150 с.

20. Лапин, А. П. Безопасность труда в пищеконцентратном и овощесушильном производствах пищевой промышленности / А. П. Лапин, С. П. Логвинова, Н. С. Студенникова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2010. — Т. 6, № 2 (59). — С. 46–50.

21. Контарева, В. Ю. Анализ производственного травматизма на предприятиях по переработке и консервированию мяса и мясной пищевой продукции / В. Ю. Контарева // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 4. — С. 8–13. 10.23947/2541-9129-2021-4-8-13

Поступила в редакцию 19.01.2022
Поступила после рецензирования 02.02.2022
Принята к публикации 03.02.2022

Об авторах:

Контарева Валентина Юрьевна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности, механизация и автоматизация технологических процессов и производств» Донского государственного аграрного университета (346493, РФ, Ростовская область, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24), кандидат технических наук, ORCID, valia_k@bk.ru

Белик Светлана Николаевна, доцент кафедры «Общая гигиена» Ростовского государственного медицинского университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29), кандидат медицинских наук, ORCID, superbelik@mail.ru

Заявленный вклад соавторов:

В. Ю. Контарева — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, подготовка текста, формирование выводов; С. Н. Белик — анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов.

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Научная статья
УДК 621.873.2:614.8
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-41-47



Вопросы безопасности соединений конструкций грузоподъемных кранов

А. А. Короткий[1], А. Н. Павленко[1], Э. А. Панфилова[1], Д. Н. Симонов[2]
[1]Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
[2] ООО Инженерно-консультационный центр «Мысль» НГТУ (Новочеркасск, Российская Федерация)

Введение. В статье представлен анализ аварий грузоподъемных кранов, причинами которых являются разрушения несущих соединений конструкций в период назначенного срока службы, вызванные конструктивными и технологическими недостатками, при эксплуатационных нагрузках, не превышающих паспортные характеристики.
Постановка задачи. Задачей исследования является анализ причин аварий разнотипных грузоподъемных кранов и особенностей, объединяющих эти аварии.
Теоретическая часть. Обзор статистических данных по авариям на грузоподъемных кранах показал, что разрушения несущих конструкций происходят не только вследствие усталостной прочности при длительной эксплуатации, но и недостаточной несущей способности конструкции шарнирных соединений, нарушений технологических процессов сварки элементов конструкций в условиях, не превышающих паспортные характеристики в период гарантийного срок службы.
Выводы. Установлено, что разрушения происходят в расчетных элементах металлоконструкций, связанных с ходовой частью кранов, при относительно высоком уровне действующих напряжений и незначительных циклах нагружения, что свидетельствует об ошибках при конструировании и нарушениях технологических процессов сварки при их изготовлении.

Ключевые слова: грузоподъемный кран, элемент конструкций грузоподъемного крана, безопасность, авария.

Для цитирования: Вопросы безопасности соединений конструкций грузоподъемных кранов / А. А. Короткий, А. Н. Павленко, Э. А. Панфилова, Д. Н. Симонов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 41−47. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-41-47



Original article

Questions of safety of load-lifting cranes structural connections

A. A. Korotkiy[1], A. N. Pavlenko[1], E. A. Panfilova[1], D. N. Simonov[2]
[1] Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)
[2] LLC Engineering and Consulting Center "Mysl" NSTU (Novocherkassk, Russian Federation)

Introduction. The article presents an analysis of accidents of lifting cranes, the causes of which are the destruction of load-bearing structural connections during the designated service life, caused by structural and technological deficiencies, with operational loads not exceeding the passport specifications.
Problem Statement. The objective of the study is to analyze the causes of accidents of different types of lifting cranes and the features that connect these accidents.
Theoretical Part. A review of statistical data on accidents on lifting cranes has shown that the destruction of load-bearing structures occurs not only due to fatigue strength during long-term operation, but also due to insufficient bearing capacity of the hinge joints, violations of technological processes of structural elements welding in conditions not exceeding the passport specifications during the service life.

Conclusions. It is established that the destruction occurs in the design elements of metal structures associated with the crane mounting at a relatively high level of operating stresses and insignificant loading cycles, which indicates errors in the design and violations of welding processes during their manufacture.

Key words: lifting crane, structural element of a lifting crane, safety, accident.

For citation: Korotkiy A. A., Pavlenko A. N., Panfilova E. A., Simonov D. N. Questions of safety of load-lifting cranes structural connections. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1: 41−47. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-41-47

Введение. Согласно сведениям Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в настоящее время на территории РФ зарегистрировано более 200 тыс. грузоподъемных кранов из которых более 64 % отработали нормативный срок службы [1].

Известно, что эксплуатация грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы, в большей степени связана с авариями, вследствие усталостных разрушений несущих конструкций. Более опасные случаи аварий происходят на объектах в период назначенного срока службы при нагрузках, не превышающих паспортные характеристики, из-за недостаточной несущей способности конструкций шарнирных соединений либо недостаточной прочности сварных соединений элементов конструкций.

Постановка задачи. Анализ эксплуатации грузоподъемных кранов показывает, что имеются случаи аварий на объектах, которые не отработали и половины нормативного срока службы, назначенного заводом-изготовителем [2, 3]. Проанализируем причины аварий разнотипных грузоподъемных кранов и определим объединяющие эти аварии особенности.

Теоретическая часть. Рассмотрим примеры аварий, связанные с разрушением расчетных элементов конструкций грузоподъемных кранов.

Пример №1. Авария на мостовом кране грузоподъемностью 10/10 т. Назначенный срок службы крана при работе в паспортном режиме — 10 лет, гарантийный срок эксплуатации — 24 месяца, наработка крана на момент аварии — не более А4 при паспортном значении А7.

После года эксплуатации мостового крана во время движения крана при выполнении технологических операций с порожним грейфером произошло разрушение сварных соединений стенок модуля холостого колеса с вертикальным листом металлоконструкции концевой балки со стороны питающих троллей (рис. 1). Произведен ремонтно-восстановительный ремонт. Эксплуатация была продолжена.



Рис. 1. Разрушение сварных швов по границе металла сплавления соединения модуля холостого колеса с вертикальным листом концевой балки

Еще через год произошло полное разрушение двух узлов во время движения крана при выполнении технологических операций:

— сварного соединения стенок модуля холостого колеса с вертикальным листом металлоконструкции концевой балки со стороны кабины управления, при этом модуль колеса упал в пролет цеха (рис. 2);

— сварных соединений элементов концевой балки (поясов и стенок) с вертикальным листом модуля холостого колеса со стороны питающих троллей, при этом модуль колеса удержался на рельсовом пути (рис. 3).

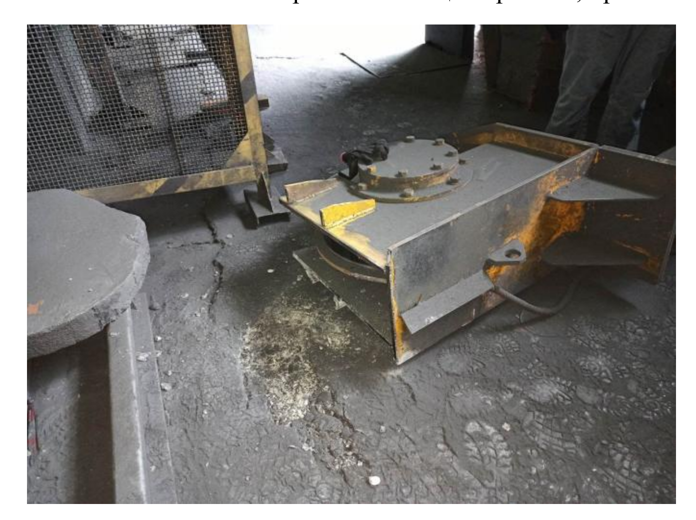


Рис. 2. Полное разрушение сварных соединений по границе металла сплавления стенок модуля холостого колеса с вертикальным листом концевой балки со стороны кабины крановщика

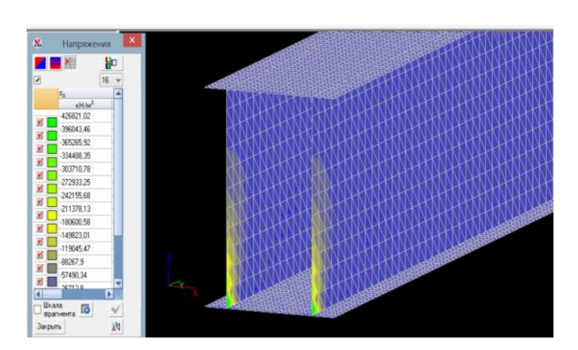


Рис. 3. Полное разрушение сварных соединений по границе металла сплавления стенок модуля холостого колеса с вертикальным листом концевой балки со стороны троллей

Все вышеуказанные разрушения сварных швов произошли по границе металла сплавления элементов «элементы модуля — вертикальный лист» и «элементы концевой балки — вертикальный лист». Разрушений сварных швов по металлу шва не зафиксировано.

Установление обстоятельств аварий показало, что режим работы и условия эксплуатации крана не превышали паспортные значения, а состояние подкрановых путей соответствовало требованиям ФНП [4].

Проверочным расчетом на прочность концевой балки крана с использованием интегрированной системы анализа конструкций «STRUCTURE CAD» было подтверждено (рис. 4), что примененные материалы и толщины металла концевых балок соответствуют его грузоподъемности и действующим нагрузкам [5].



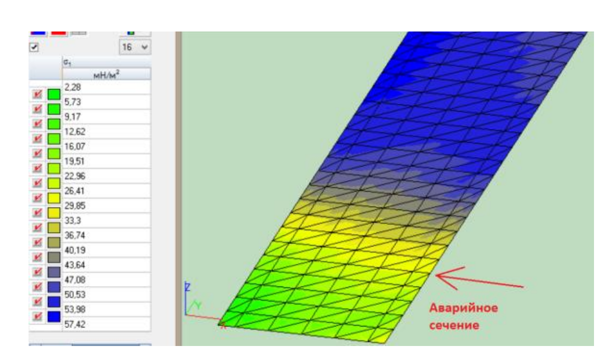


Рис. 4 Расчетная модель концевой балки крана

Расследование причин аварии крана показало, что разрушение концевых балок происходило вследствие недостаточной конструктивной прочности (несущей способности) сварных швов соединений элементов модулей холостых колес и элементов концевых балок с вертикальным листом, а именно:

— сварные соединения были выполнены без разделки кромок швом Т1 ГОСТ 14 771–76 [6], что не соответствует типу сварного шва, указанного в паспорте крана (указан Т6 ГОСТ 14771–76 с разделкой кромок);

— фактические катет, высота и площадь сечения разрушенных сварных соединений, выполненных швом типа Т1, не обеспечивали необходимую прочность соединений;

— фактическое отсутствие зазора (менее 0,2 мм) между свариваемыми элементами соединений (при допустимом значении 1,5–2 мм) препятствовало качественному проплавлению сварного соединения;

— геометрические параметры разрушенных сварочных швов элементов концевой балки не соответствовали требованиям норм проектирования по ГОСТ 14 771–76 и РД 36–62–00 [7].

Причиной аварии следует считать нарушение сварочных технологий при изготовлении металлоконструкции концевой балки мостового крана.

Пример №2. Авария портального крана грузоподъемностью 20 т. Назначенный заводом-изготовителем срок службы при работе в паспортном режиме — 20 лет или 50 000 моточасов.

При эксплуатации портального крана произошло усталостное разрушение двух осей крепления балансирных тележек.

На момент аварии кран имел следующие эксплуатационные параметры:

— наработка крана за срок эксплуатации — 25 000 моточасов;

— масса перегруженного материала — 2,2 млн. тонн;

— количество циклов работы — 220 000.

Анализ обстоятельств аварий показал, что рабочие поверхности всех 16-ти ходовых колес имеют характерный износ поверхности катания (рис. 5) в виде «наката» высотой 3–4 мм. Реборды колес контактируют с внутренней стороной головки рельса из-за перемещения крана по криволинейным участкам пути.





Рис. 5 Износ рабочих поверхностей ходовых колес

По результатам планово-высотной выверки участка рельсового пути, на котором произошла авария, установлено сужение колеи выше допустимого значения.

Оси колесных тележек изготовлены из поковки стали 40ХФА ГОСТ 4 543–71 [8]. Сталь марки 40ХФА [9, 10] — легированная термообрабатываемая, имеет низкую свариваемость из-за высокой трещиночувствительности.

Разрушение осей колесных тележек произошло в зоне перехода диаметров оси от ∅ 150 мм к ∅ 230 мм. Этот участок оси характеризуется повышенным эффективным коэффициентом концентрации напряжений при циклических переменных нагрузках не ниже $К_{\sigma}$ = 2,5 [11, 12].

На поверхности излома осей были обнаружены следы коррозии, что свидетельствует о наличии застарелой трещины площадью около 50 % от площади оси балансира. Поверхности излома (рис. 6, 7) имеют характерные зоны, указывающие на усталостное разрушение металла, возникающее вследствие воздействия переменных циклических напряжений (рис. 8) [12, 13]:

— 1 – зона зарождения усталостной трещины, расположена на боковой поверхности оси в наиболее нагруженной ее части;

— 2 – зона развития усталостной трещины, обладает гладкой (притертой) поверхностью;

— 3 – зона «долома», имеет крупнозернистое волокнистое строение поверхности, указывающее на направление разрушения (рис. 9).



Рис. 6. Поверхности излома оси №1



Рис. 7. Поверхность излома оси №2



Рис. 8. Усталостное разрушение с характерными зонами

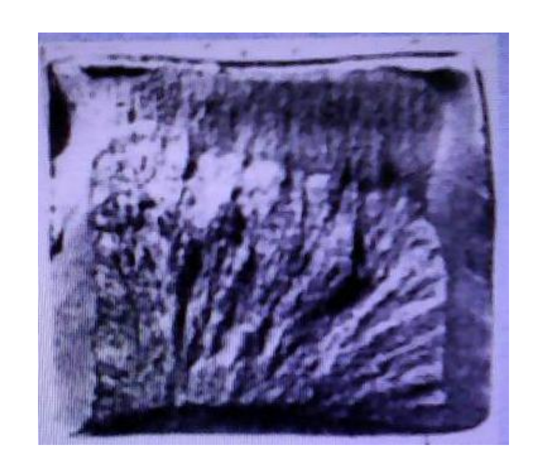
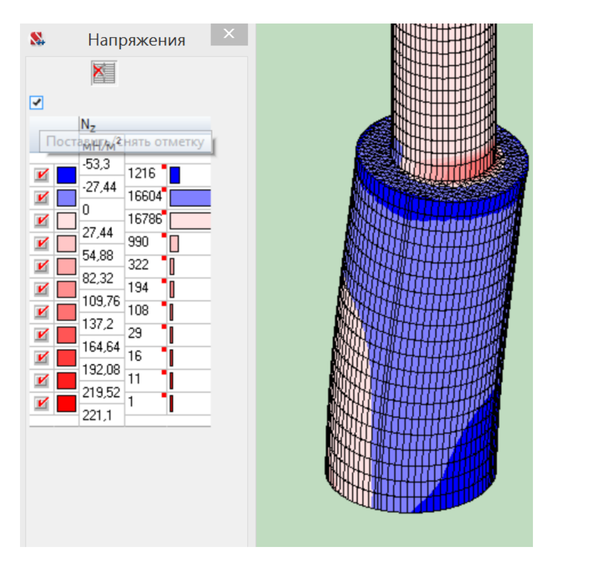


Рис. 9. Волокнистое строение «долома»

Расчеты, выполненные с использованием интегрированной системы анализа конструкций «STRUCTURE CAD» (рис. 10) показали, что сочетание нагрузок при работе крана на криволинейном участке пути является повреждающим и условие длительной прочности не выполняется.



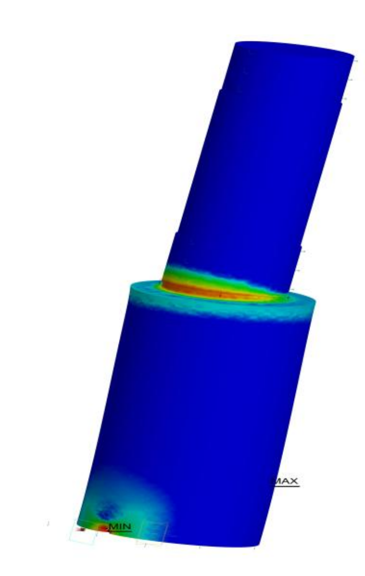


Рис. 10 Деформации и напряжения в оси колесной тележки

Выполненные расчеты на статическую и усталостную прочность оси балансирной тележки показали, что:

1. Статическое нагрузки с учетом массы грейфера с грузом на максимальном вылете в сечении резкого перехода диаметра оси тележки не является повреждающим, т.к. расчетное напряжение значительно ниже допускаемого.

2. При эксплуатации крана на криволинейном участке рельсового пути на портал крана передается горизонтальная составляющая усилия от поворотной части крана и реакция от взаимодействия ходового колеса с рельсом. Вышеуказанное сочетание нагрузок является повреждающим, что приводит к зарождению и последующему развитию усталостных трещин в опасном сечении осей.

Причиной аварии и преждевременного разрушения оси балансирной тележки является ошибка при конструировании изделия сложной формы, имеющего переходной участок с высоким эффективным концентратором напряжений.

Выводы. Вышеописанные аварии грузоподъемных кранов, не отработавших и половины нормативного срока службы, объединяют следующие особенности:

— краны относятся к группе классификации (режима) по ИСО 4301/1 – А7;

— разрушения происходят в расчетных элементах металлоконструкций, связанных с ходовой частью кранов, воспринимающих нагрузки от собственного веса крана, перемещаемого грузы и реакции от подкранового рельса;

— напряженное состояние характеризуется относительно высоким уровнем действующих напряжений и количеством циклов менее $N = 10^5$.

Библиографический список

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2020 году / gosnadzor.ru : [сайт]. — URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения : 13.01.2022).

2. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (редакция от 11 июня 2021 года) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» / КонсультантПлюс // consultant.ru : [сайт]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения : 15.01.2022).

3. ГОСТ 33709.1-2015. Межгосударственный стандарт. Краны грузоподъемные. Словарь. Часть 1. Общие положения / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/1200135709?marker=7D20K3 (дата обращения : 15.01.2022).

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» / Судебные и нормативные акты РФ // sudact.ru : [сайт]. — URL: https://sudact.ru/law/prikaz-rostekhnadzora-ot-26112020-n-461-ob/federalnye-normy-i-pravila-v/ (дата обращения : 16.01.2022).

5. ScadSoft / scadsoft.com : [сайт]. — URL: https://scadsoft.com/products/scad (дата обращения : 16.01.2022).

6. ГОСТ 14 771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/1200004932 (дата обращения : 17.01.2022).

7. РД 36–62–00 «Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022810 (дата обращения : 17.01.2022).

8. ГОСТ 4 543–71 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия» / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/1200005485 (дата обращения : 15.01.2022).

9. Марочник стали и сплавов // splav-kharkov.com : [сайт]. — URL: http://splav-kharkov.com/z_mat_start.php?zname_id=3050 (дата обращения : 17.01.2022).

10. Сталь 42CrMo4: характеристики, расшифровка, химический состав / Metal.place // metal.place : [сайт]. — URL: https://metal.place/ru/wiki/42crmo4/ (дата обращения : 18.01.2022).

11. Прикладные задачи конструкционной прочности и механики разрушения технических систем / В. В. Москвичев, Н. А. Махутов, Ю. И. Шокин [и др.]. — Новосибирск: Наука, 2021. — 796 с. 10.7868/978-5-02-038832-1

12. Смирнов, А. Н. Разрушение и диагностика металлов / А. Н. Смирнов, В. В. Муравьев, Н. В. Абабков. — Москва : Инновационное машиностроение; Кемерово: Сибирская изд. группа, 2016. — 479 с.

13. Горицкий, В. М. Диагностика металлов / В. М. Горицкий. — Москва: Металлургиздат, 2004. — 402 с.

Поступила в редакцию 19.01.2022
Поступила после рецензирования 02.02.2022
Принята к публикации 03.02.2022

Об авторах:

Короткий Анатолий Аркадьевич, заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор, ORCID, korot@novoch.ru

Павленко Андрей Николаевич, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, ORCID, anpavlenko@rambler.ru

Панфилова Эльвира Анатольевна, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат философских наук, доцент, ORCID, kotorkaya_elvira@mail.ru

Симонов Дмитрий Николаевич, главный конструктор ООО Инженерно-консультационный центр «Мысль» НГТУ (346428, РФ, г. Новочеркасск, ул. Троицкая, 88), simonov@ikc-mysl.ru

Заявленный вклад соавторов:

А. А. Короткий — научное руководство, анализ результатов исследований, корректировка выводов; А. Н. Павленко — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, подготовка текста; Э. А. Панфилова — доработка текста, подготовка выводов; Д. Н. Симонов — проведение расчетов, формирование выводов.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



Научная статья
УДК 504.058
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56



Динамика антропогенного загрязнения реки Глубокой в Ростовской области

О. В. Дымникова, А. Э. Борман
Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Рассмотрены проблемы ухудшения качества воды в реках на территории Ростовской области, их обмеление и пересыхание. Деградация водоемов связана с различными аспектами хозяйственной и производственной деятельности. Негативная динамика зависит от интенсивности воздействия. Ситуацию можно стабилизировать или улучшить, реализуя природоохранные мероприятия.
Постановка задачи. Задачей данного исследования является мониторинг качества воды реки Глубокая в Ростовской области. Рассмотрены разные участки русла, оценена степень негативного антропогенного воздействия.
Теоретическая часть. Проведены исследования качества воды в трех створах реки Глубокая на территории городов Миллерово и Каменска-Шахтинского, а также рядом с ними. Содержание аммиака и фосфора определено спектрофотометрическими методами, нефтепродуктов — с помощью инфракрасной (ИК) фотометрии. Показатели загрязненности фиксировались в течение трех лет с определенной периодичностью. Сопоставлены результаты этих замеров и нормативные значения.
Выводы. Итоги исследований химического состава воды проанализированы в динамике, с учетом антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: химический состав, загрязнение водных объектов, антропогенное воздействие.

Для цитирования: Дымникова, О. В. Динамика антропогенного загрязнения реки Глубокой в Ростовской области / О. В. Дымникова, А. Э. Борман // Безопасность техногенных и природных систем. — 2022. — № 1. — С. 48–56. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56



Original article

Dynamics of anthropogenic pollution of the Glubokaya River in the Rostov Region

O. V. Dymnikova, A. E. Borman
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The article deals with the problems of deterioration of water quality in rivers in the Rostov region, their shallowing and drying out. The degradation of reservoirs is associated with various aspects of economic and industrial anthropogenic activities. The degree of influence depends on the intensity of the negative impact, and can be reduced if environmental measures are implemented.
Problem Statement. The objective of this study is to monitor the water quality of the Glubokaya River in the Rostov region on different sections of the river and to assess the degree of anthropogenic impact.
Theoretical Part. Water quality studies were carried out in three channels of the Glubokaya River on the territory of the cities of Millerovo and Kamensk-Shakhtinsk, as well as near them. The content of ammonia, phosphorus was determined by spectrophotometric analysis methods and petroleum products by IR photometric analysis method. The results of the study of water quality in the reservoir are compared with the normative values for three years with a certain periodicity.
Conclusions. The results of the studies on changes in the chemical composition of water at various sites in dynamics, taking into account the degree of anthropogenic load, are analyzed.

Keywords: chemical composition, pollution of water bodies, anthropogenic impact.

For citation: Dymnikova O. V., Borman A. E. Dynamics of anthropogenic pollution of the Glubokaya River in the Rostov Region. Safety of Technogenic and Natural Systems. 2022;1: 48–56. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2022-1-48-56

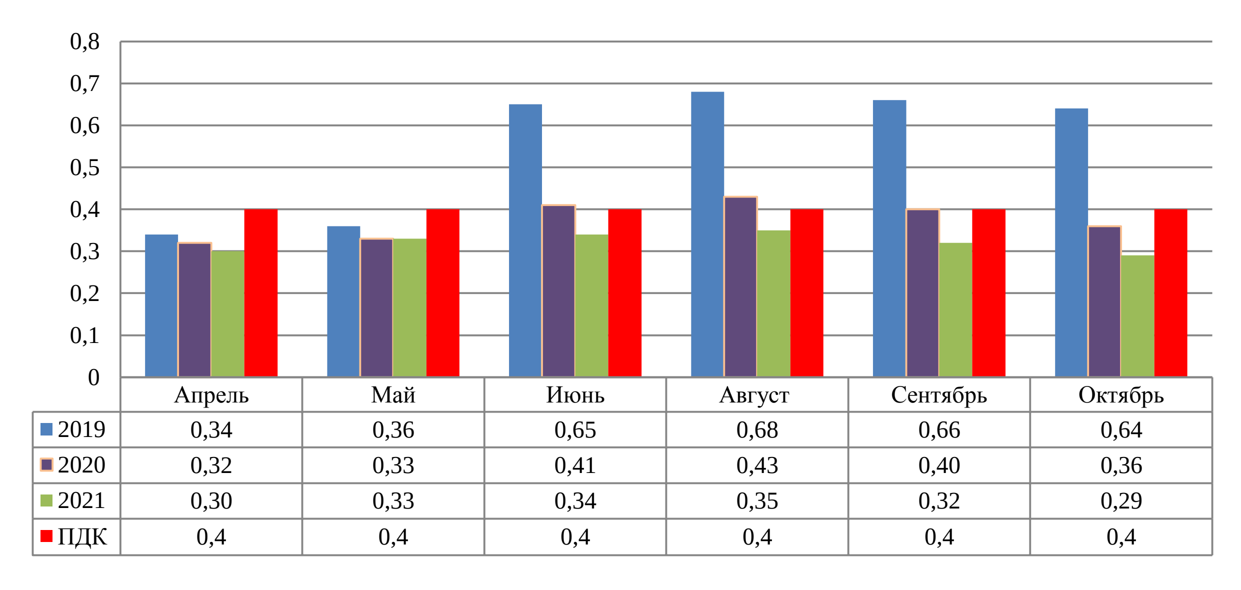
Введение. Ростовская область относится к промышленно развитым регионам. Многие местные крупные предприятия заняты в авиа- и машиностроении, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве, выпускают химическую продукцию и строительные материалы. Деятельность таких компаний негативно влияет на экологическую ситуацию. Речь идет о загрязнении воздуха и воды, об устаревших подходах к утилизации отходов производства и потребления, деградации почвенного покрова, участившихся случаях опасного выжигания сухой растительности. Улучшение состояния окружающей среды (в том числе и оздоровление водоемов) возможно только при комплексном подходе к решению экологических проблем.

Практически все водоемы Ростовской области подвергаются антропогенному воздействию различной степени интенсивности. Результаты многолетнего мониторинга загрязнения рек свидетельствуют о том, что особенно вредны сбросы сточных вод предприятий, а также поверхностные стоки, в том числе сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов[1]. В последние годы наблюдается постоянное ухудшение качества воды в реках Ростовской области, их обмеление и пересыхание. Возможные причины: изменение климата [1] и рост антропогенной нагрузки.

Постановка задачи. В рамках представленной работы изучено состояние реки Глубокой на территории городов Ростовской области Миллерово и Каменск-Шахтинский, а также в их окрестностях. Зафиксирована динамика изменения качества воды в течение трех лет. Названы основные источники негативного воздействия на водоем с учетом количественных и качественных характеристик загрязняющих веществ на разных участках реки.

Теоретическая часть. Объект исследования — качество воды реки Глубокая Ростовской области. Образцы отбирались в 2019–2021 гг. по ГОСТ 31861-2012[2] для определения гидрохимических показателей и химического состава воды. Наблюдение за изменениями количественных и качественных характеристик поступающих в водоем загрязняющих веществ сопоставляли с возможными причинами антропогенного воздействия.

В течение трех лет в теплые периоды проводился мониторинг качества воды на трех участках реки. Содержание аммиака и фосфора определяли спектрофотометрическими методами анализа, нефтепродуктов — с помощью инфракрасной (ИК) фотометрии по специальным методикам[3, 4, 5]. В рамках исследования проводили экспедиционный отбор проб воды шесть раз в год. Собрана информация обо всех факторах, влияющих на качество воды. Экспериментально определено содержание загрязняющих веществ [2] (рис. 1–8). Здесь и далее единица измерения концентрации и предельно допустимой концентрации (ПДК) — миллиграмм на кубический дециметр.



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,34	0,36	0,65	0,68	0,66	0,64
2020	0,32	0,33	0,41	0,43	0,40	0,36
2021	0,30	0,33	0,34	0,35	0,32	0,29
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Рис. 1. Концентрация NH_4 в реке Глубокой выше Миллерово

[1] Водный кадастр Российской Федерации. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование в качество / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. СПб, 2016. С. 163.
[2] ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М., 2019. С. 2–14.
[3] РД 52.24.383-2018. Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2018. С. 18–25.
[4] РД 52.24.382-2019. Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2019. С. 10–13.
[5] РД 52.24.476-2007. Массовая концентрация нефтепродуктов в водах. Методика выполнения измерений ИК-фотометрическим методом / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2007. С. 13–17.

Исследования показали, что основные загрязняющие вещества реки Глубокой — азот нитратный, фосфор и нефтепродукты. На рис. 1 представлена годовая концентрация соединений аммония в Глубокой выше Миллерово.

С июня по октябрь отмечено значительное превышение аммонийного азота. Это можно объяснить:

— влиянием сельскохозяйственной деятельности (поступлением с ливневыми стоками растворенных минеральных удобрений),

— снижением объема воды в наиболее засушливые периоды.

В апреле 2019 года выпало 43 мм осадков, что составило 108 % нормы, в мае — 77 мм (164 % нормы)[6, 7, 8]. Средние показатели температур представлены в таблице 1.

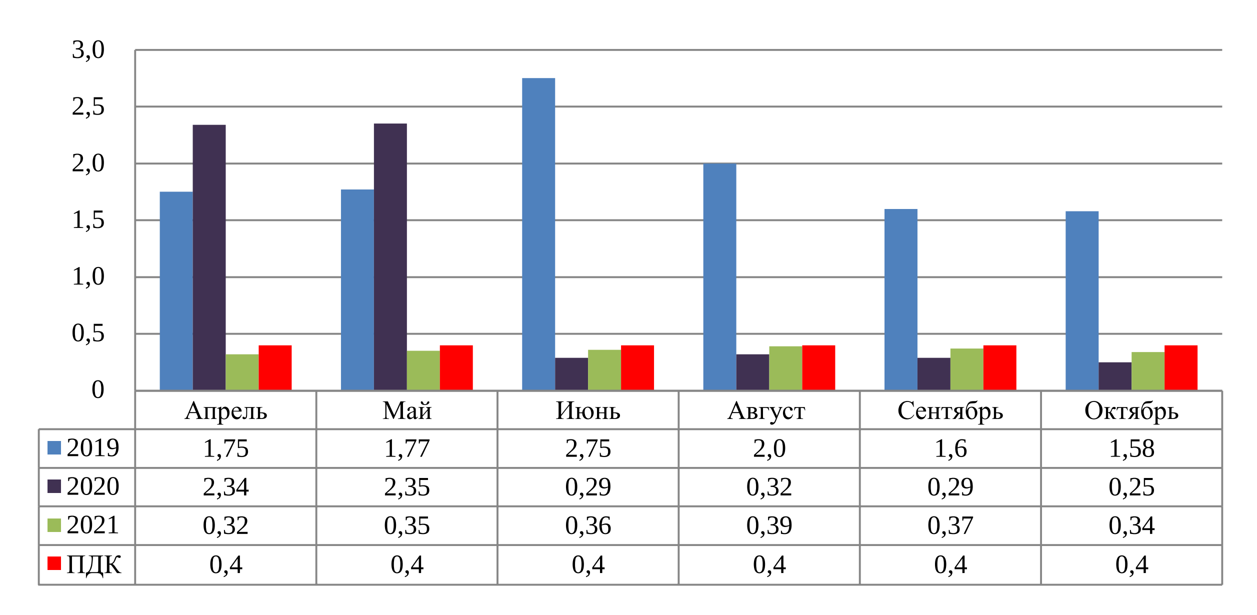
Таблица 1

Средние показатели температур в 2019–2021 гг., °С

Месяц	**0,5 км выше Миллерово**	**0,5 км ниже Миллерово**	**В черте Каменска-Шахтинского**
2019			
Апрель	10,6	14,1	13,0
Май	22,3	24,6	22,5
Июнь	24,2	18,9	24,6
Август	23,8	25,0	24,9
Сентябрь	19,5	20,2	20,0
Октябрь	12,9	13,1	13,4
2020			
Апрель	16,2	13,3	16,9
Май	26,4	25,5	26,2
Июнь	27,8	28,2	27,4
Август	26,5	20,0	25,6
Сентябрь	19,5	18,2	19,1
Октябрь	12,7	10,7	15,2
2021			
Апрель	8,6	7,7	7,9
Май	21,0	24,1	21,8
Июнь	21,6	17,6	20,1
Август	24,6	23,5	25,8
Сентябрь	16,4	16,7	17,8
Октябрь	5,2	5,9	6,8

На рис. 2 представлены данные о содержании аммонийных соединений в воде ниже по течению.

[6] Качество поверхностных вод и эффективность проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ЦМС ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2019. С. 38.
[7] То же. 2020 год.
[8] То же. 2021 год.

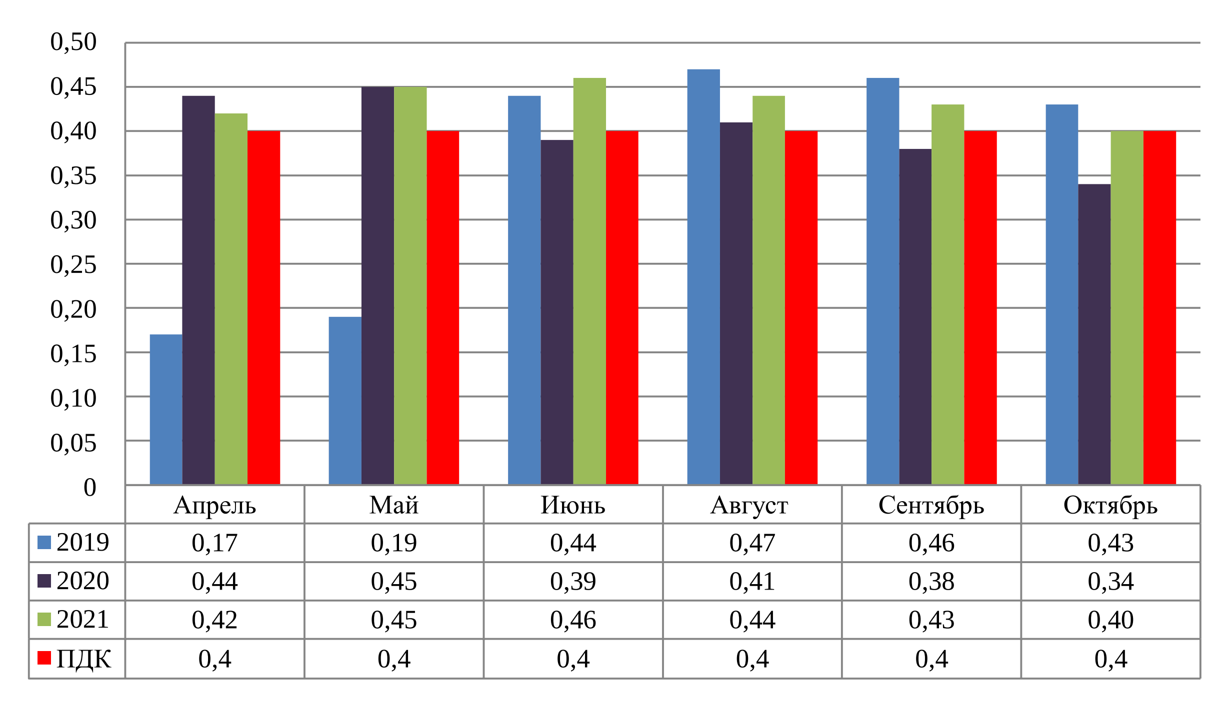


	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	1,75	1,77	2,75	2,0	1,6	1,58
2020	2,34	2,35	0,29	0,32	0,29	0,25
2021	0,32	0,35	0,36	0,39	0,37	0,34
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Рис. 2. Концентрация NH_4 в реке Глубокой ниже Миллерово

В данном случае очевиден многократный рост содержания аммонийных соединений. Аномальные концентрации зафиксированы в 2019 году. Это объясняется производственной активностью местных компаний. Наиболее крупные объекты, воздействующие на экологию, — это Миллеровский глюкозно-мальтозный комбинат и Водоканал. В 2020 и 2021 гг. интенсивность негативного влияния на реку снизилась в связи с остановкой предприятий.

На рис. 3 приведены данные мониторинга Глубокой в районе Каменска-Шахтинского, расположенного на 90 км ниже по течению. Отмечено некоторое снижение концентрации аммонийных соединений за счет механизма самоочищения водоема.



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,17	0,19	0,44	0,47	0,46	0,43
2020	0,44	0,45	0,39	0,41	0,38	0,34
2021	0,42	0,45	0,46	0,44	0,43	0,40
ПДК	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Рис. 3. Концентрация NH_4 в реке Глубокой в районе Каменска-Шахтинского

На рис. 4–6 показана динамика концентрации фосфатов в Глубокой в течение года.

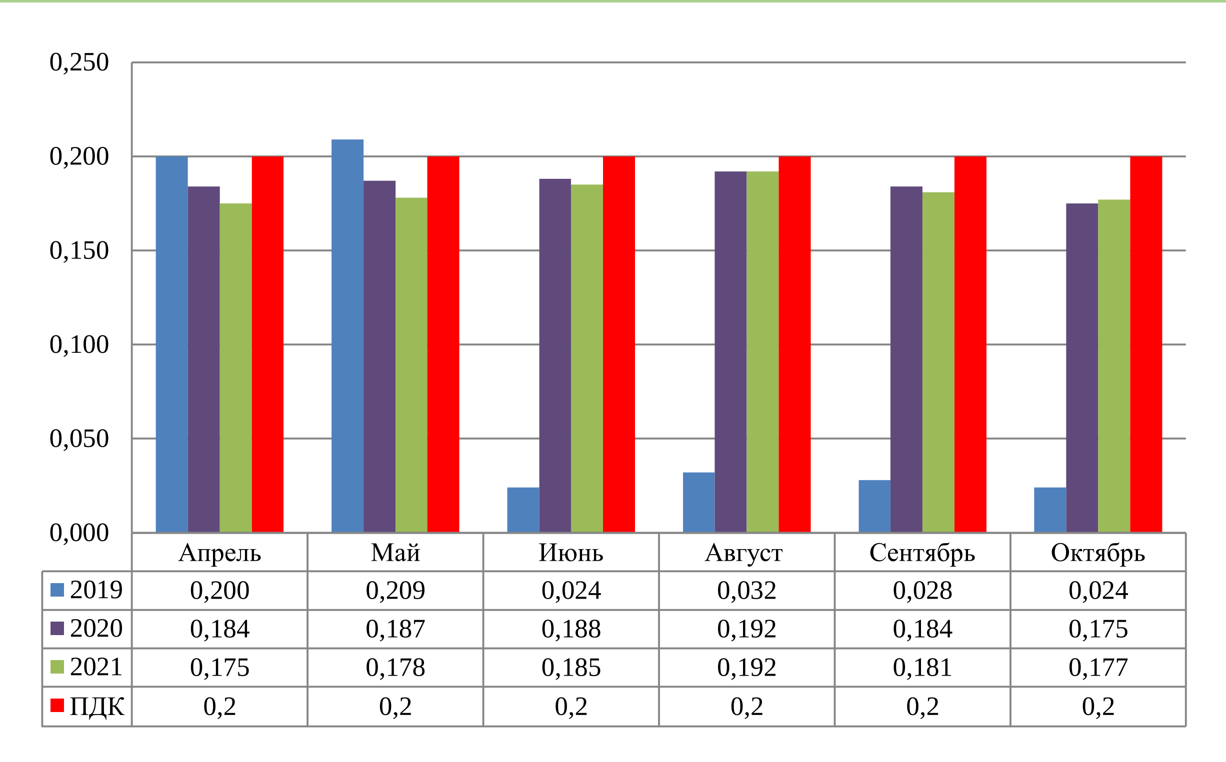


Рис. 4. Концентрация PO_4 в реке Глубокой выше Миллерово

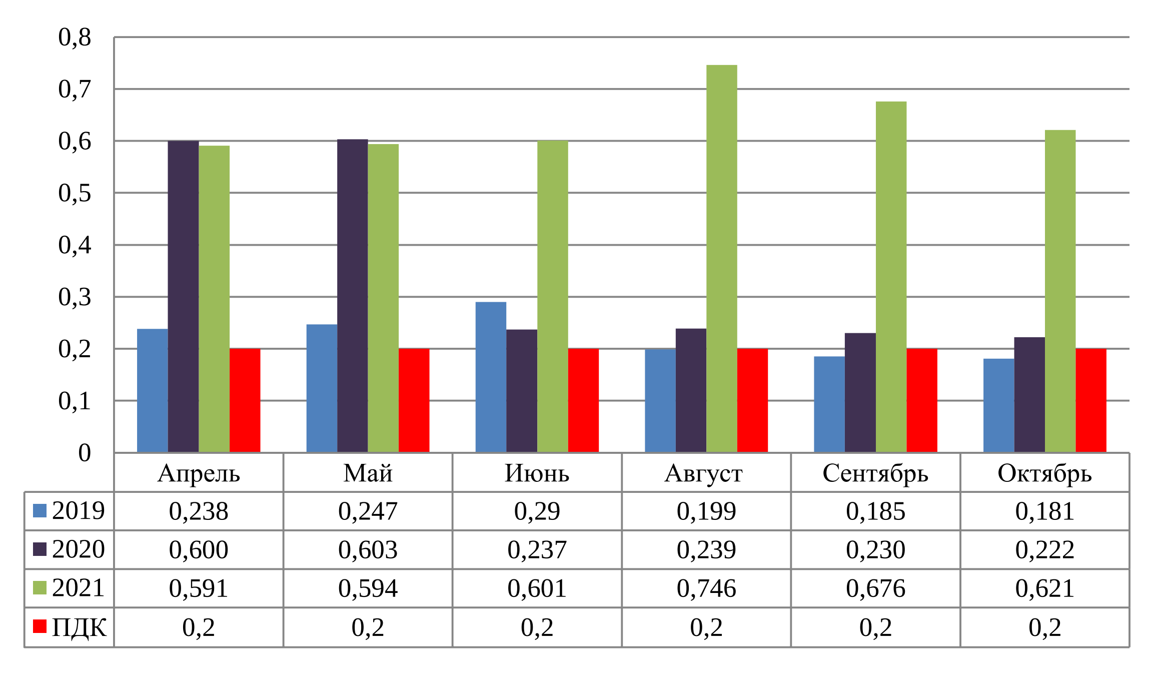
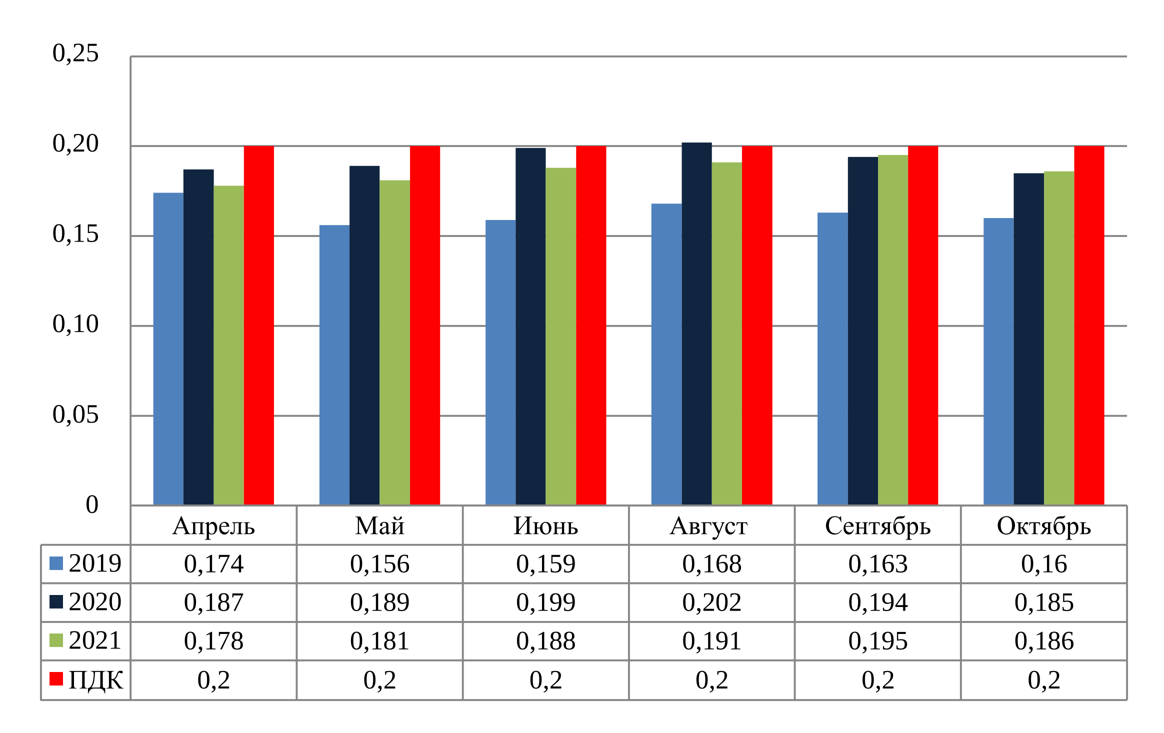


Рис. 5. Концентрация PO_4 в реке Глубокой ниже Миллерово

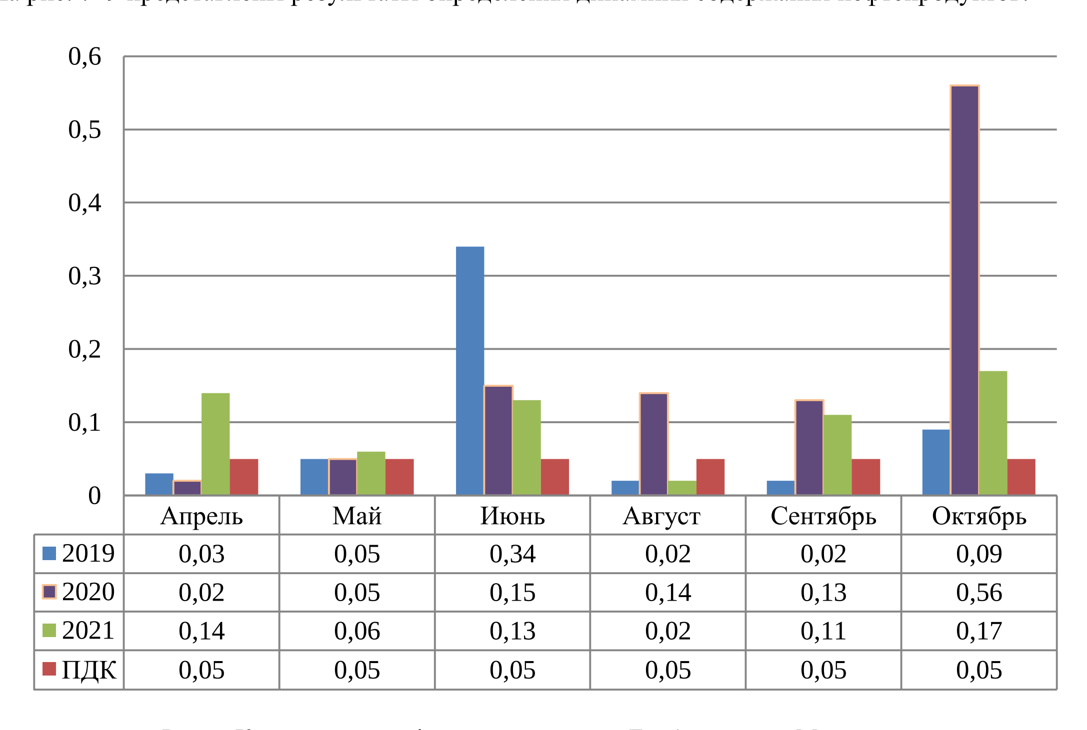


	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,174	0,156	0,159	0,168	0,163	0,16
2020	0,187	0,189	0,199	0,202	0,194	0,185
2021	0,178	0,181	0,188	0,191	0,195	0,186
ПДК	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Рис. 6. Концентрация PO_4 в реке Глубокой в районе Каменска-Шахтинского

Данные мониторинга позволяют сделать вывод о неблагоприятном воздействии на реку предприятий и урбоэкосистемы Миллерово. Наибольшее превышение концентрации фосфатов зафиксировано в 2021 году в воде ниже города по течению.

На рис. 7–9 представлены результаты определения динамики содержания нефтепродуктов.



	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
2019	0,03	0,05	0,34	0,02	0,02	0,09
2020	0,02	0,05	0,15	0,14	0,13	0,56
2021	0,14	0,06	0,13	0,02	0,11	0,17
ПДК	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Рис. 7. Концентрация нефтепродуктов в реке Глубокой выше Миллерово

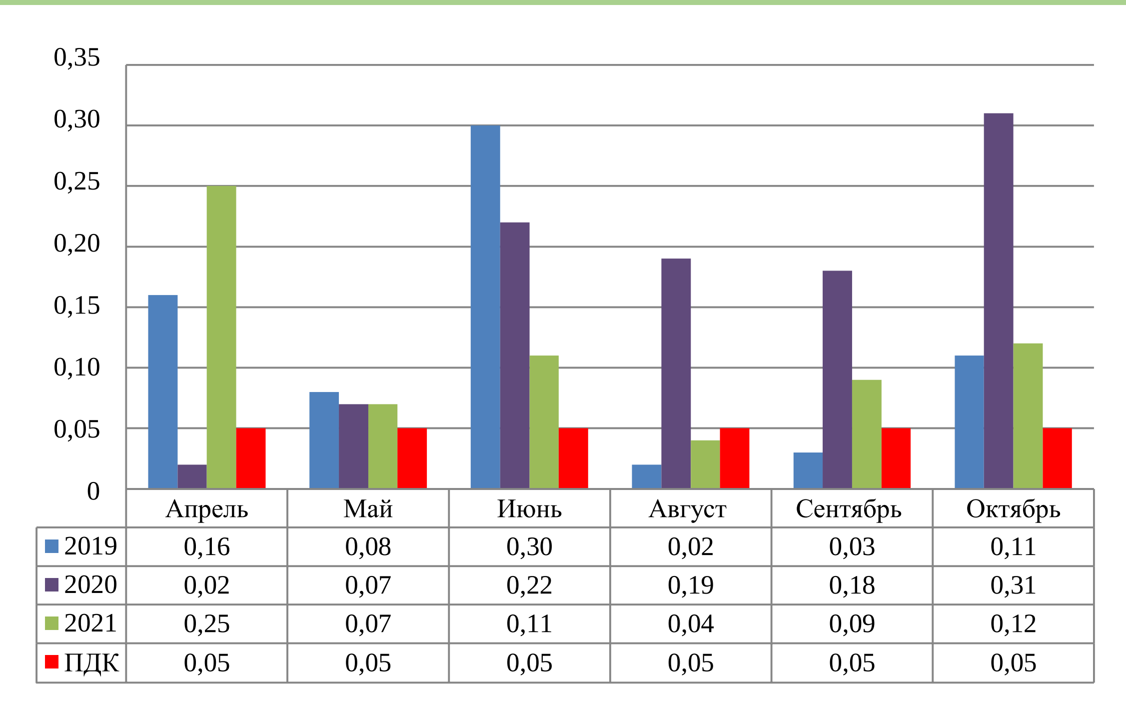


Рис. 8. Концентрация нефтепродуктов в реке Глубокой ниже Миллерово

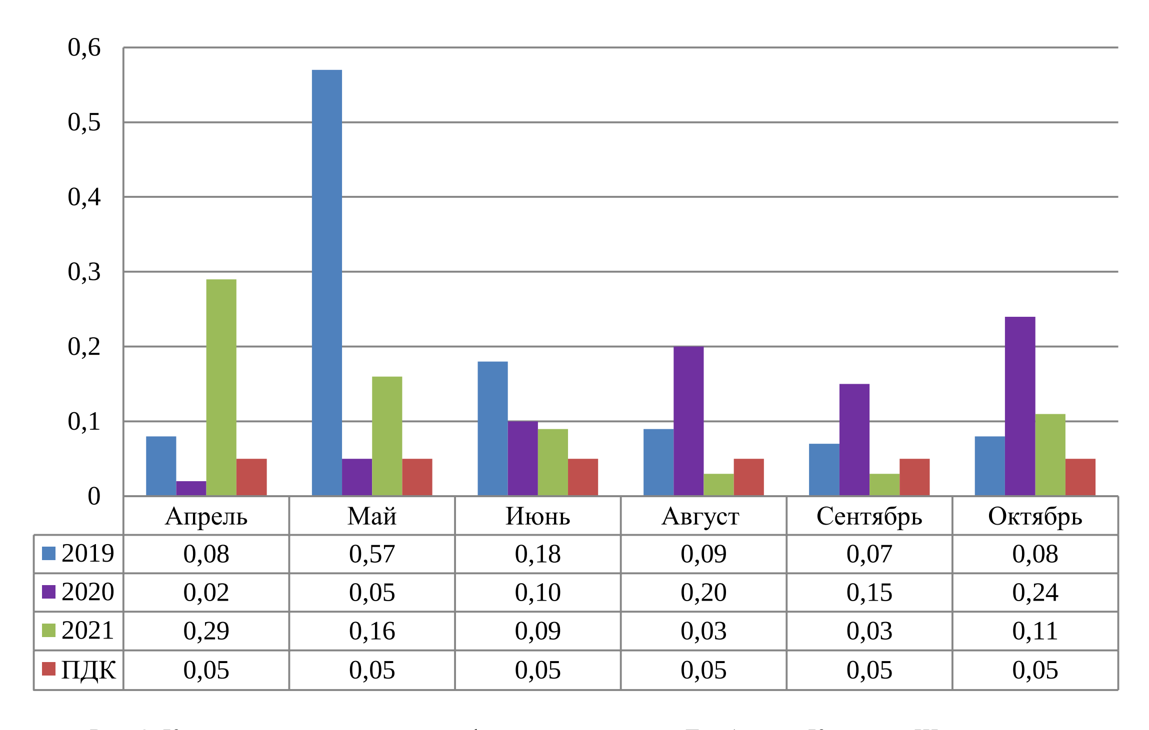


Рис. 9. Концентрация загрязнения нефтепродуктами реки Глубокой в Каменске-Шахтинском

Загрязнение нефтепродуктами происходит в любое время на всех участках реки. Это позволяет говорить о несанкционированных сбросах, за которые ответственны и юридические, и физические лица. По статистике, нефтепродукты — наиболее распространенные загрязнители окружающей среды. Это обусловлено широкой номенклатурой составов с нефтепродуктами, используемых в промышленности и в быту. Уровень загрязнения снижался в периоды локдауна.

В таблице 2 сведены результаты мониторинга, которые позволяют отследить динамику среднегодовых показателей загрязнения реки в Миллерово.

Таблица 2

Динамика показателей загрязнения реки Глубокой в Миллерово (2019–2021 год), мг/дм^3

Показатель	Год			ПДК
	2019	2020	2021	
O_2	7,43	7,16	7,81	4,0
БПК$_{полн.}$	3,37	3,27	3,30	2,0
NH_4	1,9	0,97	0,35	0,5 (0,4N)
NO_3	0,37	0,38	0,50	40 (9,0N)
NO_2	0,05	0,06	0,08	0,08 (0,02N)
Нефтепродукты	0,12	0,16	0,11	0,05
Fe$_{общ}$	0,52	0,61	0,65	0,1
PO_4	0,22	0,36	0,63	0,2
Ca^{2+}	201,2	321,6	301,9	180
Mg^{2+}	121,6	193,8	182,2	40,0
Na+K	480,8	163,8	222,4	120
SO_4	610,5	769,5	757,2	100
Cl	642,2	524,8	549,4	300
Минерализация	2572	2483	2511	1000

Для оценки качества реки Глубокой на территории Миллеровского и Каменского районов рассчитали удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) и сопоставили с ПДК.

Количественный химический анализ зафиксировал превышение ПДК сульфатов, общего железа, БПК$_5$, трех форм азота, фосфатов и нефтепродуктов.

В среднем, УКИЗВ — в пределах 4-го класса разрядов «А» и «Б» с оценкой «грязная». Уровень загрязнения воды колеблется от «грязной» до «очень грязной».

По результатам исследования можно сделать вывод, что в 2019–2021 гг. все показатели превышали предельно допустимые значения. Это свидетельствует о нарушении п. 6 ст. 56 Водного кодекса РФ[9].

Влияние промышленных и коммунально-бытовых водозаборов на речной сток особенно значимо в районе крупных городов [3]. Наиболее серьезные источники загрязнения реки Глубокой — коммунальные и производственные сточные воды. На качество воды негативно влияют глюкозно-мальтозный комбинат, Водоканал и другие миллеровские предприятия.

По критериям качества определяется состояние водных объектов, а также пригодность воды для обитания и развития промысловых рыб и организмов [4]. В Ростовской области отмечено активное заиливание русел малых рек, распространение в них древесно-кустарниковой растительности, наличие многочисленных неинженерных сооружений. Все это ведет к деградации водных ресурсов и препятствует их использованию в качестве источников водоснабжения. Снижается водоносность и рыбохозяйственная значимость водоемов. Кроме того, в большинстве случаев заиливание и зарастание русел препятствует безаварийному пропуску паводковых вод, что чревато затоплением и подтоплением территорий 179 населенных пунктов Ростовской области.

Выводы. Анализ состояния водоемов Ростовской области на примере реки Глубокой подтвердил дефицит качественных водных ресурсов. Выявлено несоответствие состояния поверхностных вод действующим нормативам. Такая ситуация препятствует устойчивому снабжению территорий питьевой и технической водой.

Библиографический список

1. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2019 году / Под ред. М. В. Фишкина. — Ростов-на-Дону : Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области, 2020. — С. 48–50.

2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. Л. В. Боевой. — Ростов-на-Дону : НОК, 2009. — 21 с.

[9] Водный кодекс Российской Федерации № 74-ФЗ / Государственная Дума ; Совет Федерации // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 14.11.2021).

3. Владимиров, А. М. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши / А. М. Владимиров, В. Г. Орлов. — Санкт-Петербург : РГГМУ, 2009. — С. 220. — URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515133320.pdf (дата обращения: 12.11.2021).

4. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод. Часть 1. Анализ и оценка качества природных вод. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2007. — С. 154–157.

Поступила в редакцию 25.11.2021
Поступила после рецензирования 20.12.2021
Принята к публикации 21.12.2021

Об авторах:

Дымникова Ольга Валентиновна, заведующая кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат химических наук, доцент, ORCID, dymoval@mail.ru.

Борман Анна Эдвиновна, магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, anutka7mai@gmail.com.

Заявленный вклад соавторов:

О. В. Дымникова — научное руководство, анализ результатов исследований, доработка текста, формирование выводов; А. Э. Борман — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, проведение экспериментальных исследований, подготовка текста.